Conseil des sciences du Canada
Science Council of Canada

Etude de documentation 53

Le grand dérangement

A l'aube de la société d'information

Arthur J. Cordell

87-03858/

Étude de documentation 53

Le grand dérangement

À l'aube de la société d'information

Arthur J. Cordell

Mars 1985

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
17e étage
Ottawa, Ontario
K1P 5M1

©Ministre d'Approvisionnements et Services Canada, 1985

En vente au Canada par l'entremise de nos
agents libraires agréés
et autres librairies
ou par commande postale au :

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Hull (Québec) Canada
K1A 0S9

This volume is also available in English
at the above address

N° de catalogue SS21-1/53-1985F
ISBN 0-660-91399-2
Prix : Canada : 7 $
Autres pays : 8,40 $

Prix sujet à changement sans avis préalable.

Arthur J. Cordell

Après avoir obtenu un B.A. en économique et psychologie à l'université McGill, Arthur Cordell a poursuivi ses études en économique à l'université Cornell, qui lui a décerné une maîtrise en 1963 et un doctorat en 1965. En 1968, il s'est joint au Conseil des sciences du Canada en qualité de conseiller scientifique. Il a rédigé un certain nombre d'études pour le Conseil des sciences, dont l'étude de documentation nº 22, ***Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada*** (1971), et l'étude de documentation nº 35, ***Rôle et fonctions des laboratoires de l'État en matière de diffusion des nouvelles techniques vers le secteur secondaire*** (en collaboration avec James M. Gilmour, 1976). M. Cordell a en outre dirigé plusieurs projets de recherche du Conseil, en particulier ceux portant sur les répercussions sociales et économiques des progrès de la microélectronique et de l'informatique.

Avant de se joindre au Conseil des sciences, M. Cordell a travaillé comme économiste au sein d'une commission présidentielle américaine à Washington (D.C.). Il a aussi été économiste et consultant d'entreprise, ainsi que chef adjoint de l'analyse économique à la General Foods Corporation de White Plains, État de New York. M. Cordell a publié des articles sur la théorie économique et le commerce international, et il a donné des conférences sur les entreprises multinationales, sur les indicateurs environnementaux et la croissance économique, ainsi que sur les répercussions de la technologie de l'information sur la société.

Table des matières

Avant-propos	9
Préface	11
Remerciements	13
1. L'infrastructure de l'information	15
L'ordinateur	15
Technologies de transmission	16
Le système téléphonique	16
Satellites de communications	17
Optique à fibres	17
Câble coaxial	19
Nouveaux produits et services	22
La création d'un système d'information : une analogie	23
2. Produits et procédés	26
Problèmes et possibilités	26
Modification des produits et des procédés de fabrication	27
Les ordinateurs : agents de changement dans la conception et la fabrication	30
Les robots et l'usine automatisée	32
L'informatisation des bureaux	35
3. Les emplois, le travail et le revenu	37
La nouvelle technologie accroît la productivité : un exemple probant, les télécommunications	38
Les femmes seront peut-être plus touchées que les hommes par la technologie de l'information	39
L'accroissement de la productivité peut entraîner une diminution de la bureaucratie	40
Des gagnants et des perdants	41
Les nouvelles technologies modifient la qualité et la quantité des tâches	43
Des questions cruciales : le travail et le revenu	45
Faut-il vraiment travailler?	46
Un revenu pour ceux qui n'ont plus besoin de travailler	50
La technologie de l'information crée une économie de l'information	51

4. Nouvelles industries, nouveaux emplois, nouvelles méthodes 53
L'information, la principale marchandise dans une économie de l'information 54
La technologie de l'information et les biens de consommation 56
Les descriptions d'emplois comporteront une rubrique sur les technologies de l'information 58
De nouvelles activités entraînent la création de nouvelles industries 60
Les nouvelles activités entraînent la création de nouveaux emplois 65
Nouveaux produits : vidéojeux et progiciels 66
Le travail peut être effectué n'importe où 68
Les industries fusionnent et les frontières s'estompent 70
La nouvelle technologie fera naître de nouvelles industries 73
Le travail et le passage à une économie d'information 78

5. La vie privée : les préoccupations 79
La technologie de l'information transforme le milieu de vie des Canadiens 81
La technologie «intelligente» augmente la vulnérabilité individuelle 82
Les bases de données sont-elles sûres? 84
On peut souvent nous connaître sans nous avoir rencontrés 86
Les systèmes électroniques permettent de mieux connaître un individu 89

6. La vie privée : des solutions 92
La législation pour protéger la vie privée : un premier pas encourageant 92
Mesures législatives : premiers efforts du Canada 93
Les recours en justice : une approche intéressante 96
Autoréglementation des milieux industriels et professionnels 97
Les médias et les établissements d'enseignement 98
Action collective et action individuelle 99
Combiner différentes stratégies : un programme pour la protection de la vie privée 100

7. La vie privée : sa dimension psychologique 102
Le véritable enjeu : l'autonomie personnelle 102
L'autonomie personnelle dans la société de l'information 105
Des solutions possibles 108

8. L'intelligence artificielle 112
Qu'est-ce que l'intelligence artificielle? 112
Rêves et réalités : quelques réalisations et quelques grands espoirs 117
Résolution des problèmes 117
Compréhension du langage 118
Systèmes experts 119
Vision et perception des robots 119
Programmation automatique et acquisition de connaissances 120
Applications de l'IA 123
Quelques implications de l'intelligence artificielle 131
L'ordinateur de la cinquième génération 140
Systèmes d'applications de base 141
Systèmes logiciels de base 142
Nouvelle architecture d'ordinateurs 143
Architecture des réseaux informatiques 144
Un ordinateur de la sixième génération 146

Conclusion 148

Notes 153
Publications du Conseil des sciences du Canada 161

Avant-propos

En 1978, le Conseil des sciences du Canada a constitué un Comité de la télématique chargé d'étudier les progrès dans le domaine de la micro-électronique et leurs effets probables sur l'emploi, l'industrie, l'enseignement, la recherche, la société et l'homme. Entre 1978 et 1981, le Comité a diffusé ses conclusions dans une série de publications, dont «*La télématique : information de la société canadienne*» (1978), «*A Scenario for the Implementation of Interactive Computer Communications Systems in the Home*» (1979), «*The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working*» (1980), «*The Impact of the Microelectronics Revolution on the Canadian Electronics Industry*» (1981) et «*L'avenir de l'enseignement assisté par ordinateur*» (1981).

Cependant, malgré ses efforts, le Comité a été préoccupé par le fait que les responsables des secteurs gouvernemental, industriel et de l'enseignement n'agissaient pas assez rapidement pour se préparer aux changements considérables qui se produisent dans de nombreux pays industrialisés par suite de la révolution dans le domaine micro-électronique, et pour en tirer avantage. C'est la raison pour laquelle le Comité a publié en avril 1982 le rapport 33 «*Préparons la société informatisée — Demain, il sera trop tard*». Dans ce rapport, le Comité décrit 27 mesures que les gouvernements, le secteur de l'enseignement et l'industrie pourraient prendre en vue de permettre au Canada d'occuper à l'échelle internationale une position concurrentielle dans les domaines de la recherche, de la fabrication et de la commercialisation des produits liés aux nouvelles technologies et d'assurer dans notre pays une stabilité économique et sociale à l'aube de la société d'information. Selon le rapport, seules la planification et la prise de mesures immédiates permettraient de mieux contrôler les effets des nouvelles technologies de manière que leur utilisation contribue au bien-être de l'ensemble des Canadiens. Toujours selon le rapport, l'inaction se traduirait par une confusion et une méfiance généralisées à l'égard des nouvelles technologies, ainsi que par des pertes d'emplois, des perturbations sociales et l'aliénation.

Les recommandations et aperçus du rapport nº 33 sont basés dans une grande mesure sur les travaux de plus grande envergure effectués par Arthur J. Cordell, économiste et conseiller scientifique auprès du Comité. Son rapport a été révisé et mis à jour; il est publié ici à titre d'étude de documentation du Conseil des sciences dans l'espoir de communiquer les idées et informations qu'il contient à un public plus large.

«*Le grand dérangement — À l'aube de la société d'information*» est, selon l'auteur, «une série d'essais liés» qui examinent quelques-uns des effets de l'utilisation des ordinateurs et des technologies appa-

rentées sur nos conditions de travail et sur la vie tant publique que privée. En plus de donner un aperçu des récents progrès réalisés dans l'important domaine de l'intelligence artificielle, l'étude comporte des réflexions sur quelques-unes des répercussions de l'intelligence artificielle naissante sur la société et sur la façon dont l'homme perçoit sa propre vie.

Comme toutes les études de documentation publiées par le Conseil des sciences, la présente représente les points de vue de son auteur et pas nécessairement ceux du Conseil des sciences.

James M. Gilmour
Directeur de la recherche
Conseil des sciences du Canada

Préface

Au cours des vingt dernières années, les progrès de la micro-électronique et des technologies connexes de communications — les nouvelles technologies — ont transformé le monde de l'informatique. L'ordinateur actuel est aussi différent des premiers prototypes que le Boeing 747 et le Concorde SST le sont des premiers aéronefs pilotés par les frères Wright. Ce qui, à l'époque, coûtait des millions de dollars et devait être installé dans un local de la grandeur d'un garage peut maintenant être acheté pour quelques sous et prend moins de place qu'une pièce de dix cents.

Les changements quantitatifs apportés à la technologie informatique ont donné lieu à un changement qualitatif de la nature et des fonctions des ordinateurs. On trouve des micro-ordinateurs minuscules et fiables partout : dans les voitures, au foyer, dans les bureaux, dans les usines — ils prennent des décisions, contrôlent les procédés, emmagasinent et traitent l'information. La technologie se généralise rapidement; elle occupe une place de plus en plus importante et transforme notre société autant que l'avait fait l'électricité ou le moteur à combustion interne.

Tout comme l'électricité et le moteur à combustion interne avaient jeté les assises de la société industrielle du XX^{e} siècle, les nouvelles technologies tracent le chemin d'une société fondée sur la rapidité et le faible coût de l'emmagasinage, du retrait, du traitement et de la diffusion de l'information. Le rythme auquel les pays industrialisés occidentaux passent des économies fondées sur la production de biens à des économies s'appuyant sur la création, la gestion et la diffusion de l'information et des services connexes est sans précédent. Selon certaines évaluations, le secteur de l'information absorbait 40 pour cent de la main-d'oeuvre américaine et représentait, en 1962, 30 pour cent du produit national brut des États-Unis. En 1977, la contribution des activités liées à l'information était passée à plus de 50 pour cent du PNB américain[1].

Comme dans le cas de nombreuses technologies nouvelles, la venue des ordinateurs a été marquée au coin de l'analyse et de l'étude de la technologie — sa nature et son mode de fonctionnement. En effet, les premiers documents traitant de micro-électronique consistaient pour la plupart en des discussions complexes sur la puce de silicium et sur le nombre de composants qui pourraient être placés sur une puce de silicium, maintenant et dans l'avenir. D'autres articles ou ouvrages traitaient principalement des langages informatisés, à partir des langages-machine jusqu'au langage extrêmement perfectionné en usage au moment de la rédaction du texte.

La présente étude emprunte une voie différente. Elle traite surtout du rôle joué par la technologie et de son incidence sur la société, plutôt que de la nature même de la technologie. Selon l'auteur, il est temps

de s'écarter de la description des aspects techniques des nouvelles technologies informatisées pour découvrir plutôt la façon dont elles peuvent aider le Canada et mieux comprendre l'étendue des changements sociaux, politiques et économiques possibles.

Le grand dérangement est plutôt une série de dissertations. Le chapitre 1 fournit une brève introduction des technologies utilisées dans le traitement, l'emmagasinage et la transmission de l'information qui, ensemble, forment l'infrastructure d'une société informatisée. Le chapitre 2 étudie l'incidence de la micro-électronique sur l'éventail des biens et services produits au sein de notre société et leur mode de production. La transition vers une économie informatisée aura sûrement des effets considérables sur la qualité, la quantité et le genre de travail qu'effectuent les gens, et sur la relation entre travail et revenu. Certaines de ces questions sont traitées dans les chapitres 3 et 4. Les trois chapitres suivants sont consacrés à la question délicate du caractère de la vie privée et des dangers posés par la prolifération d'une information trop facilement accessible. Le dernier chapitre résume les progrès, les possibilités et les répercussions d'une intelligence machine émergente.

De temps en temps, on abordera la nature même de la technologie, tout simplement parce qu'il est impossible de rédiger une étude sans faire appel à certains facteurs clés en ce domaine. Toutefois, nous avons tenté de simplifier le langage, le style et le sujet, et de les mettre à la portée du lecteur moyen pour le sensibiliser au vaste éventail des progrès technologiques susceptibles de modifier sensiblement l'image de la société canadienne.

Arthur J. Cordell
Février 1985

Remerciements

L'auteur doit beaucoup aux membres du Comité de la télématique du Conseil des sciences, qui l'ont conseillé et appuyé. Le président de ce Comité, M. Ran Ide, a prêté son concours pour la lecture et la relecture des diverses versions de ce rapport. Les remerciements vont également au personnel de la bibliothèque du Conseil des sciences, qui a fourni une aide rapide et fiable dans le domaine de la recherche, ainsi qu'aux consultants, rémunérés ou non, et aux conseillers ou amis qui ont donné leurs points de vue et des conseils.

Chapitre 1

L'infrastructure de l'information

Pour se répandre, une technologie nouvelle a besoin d'un fondement matériel, autrement dit d'une infrastructure. Ainsi, la société industrielle, centrée sur la création et la commercialisation de biens industriels, dépendait de l'existence d'un vaste réseau de routes, de chemins de fer et de voies navigables, et de la mise au point des véhicules appropriés. Elle supposait aussi la mise en place de moyens de produire et de distribuer diverses sources d'énergie pour assurer la production et le transport.

De même, l'émergence d'une société d'information, centrée sur la manipulation, la préparation et la diffusion de l'information, est rendue possible par les développements qui surviennent au plan des technologies de transmission. Les progrès réalisés dans ces domaines, conjugués à l'essor fulgurant qu'a connu la technologie informatique ces dernières années, ont abouti à la mise en place rapide d'une infrastructure pour la société d'information.

L'ordinateur

Au coeur même de l'infrastructure de l'information se trouve l'ordinateur, une machine parfaitement universelle qui peut être utilisée par exemple pour calculer la paye, régler la température d'une maison, passer le film «La guerre des étoiles» ou traiter des notes de service. De nouvelles utilisations sont découvertes presque tous les jours, au fur et à mesure que les progrès réalisés dans le domaine de la microélectronique entraînent la baisse rapide des coûts d'utilisation des ordinateurs et permettent la fabrication de machines plus petites et plus portatives.

Un ordinateur comprend trois éléments de base : une unité centrale, une mémoire et des périphériques entrée/sortie pour interagir avec le monde extérieur. L'unité centrale exécute le travail de l'ordinateur en utilisant les instructions (programmes) et les données mises en mémoire. L'élément fondamental de l'unité centrale et de la mémoire est le circuit logique.

Il y a 35 ou 40 ans, les circuits logiques étaient constitués de tubes à dépression encombrants, ce qui donnait des unités centrales aussi grandes que des garages. Plus tard, grâce à l'introduction des transistors, qui ont remplacé les tubes à dépression, les dimensions de l'unité centrale ont été réduites et l'unité centrale était alors de la taille d'une camionnette. Chaque circuit logique était monté sur une seule micro-

plaquette de composé de silicium de la grosseur d'un ongle. Au cours des années 60, la précision obtenue grâce au perfectionnement des méthodes de fabrication a été telle que l'on a pu mettre deux circuits logiques ou plus sur une seule microplaquette. Aujourd'hui, il est possible de mettre jusqu'à un million de circuits logiques sur une microplaquette. (Lorsqu'une unité centrale complète est placée sur une seule microplaquette, on obtient ce qu'on appelle un microprocesseur central ou, en plus court, un microprocesseur.)

En trois décennies, la micro-électronique a transformé l'unité centrale, qui coûtait un million de dollars au cours des années 50, en un dispositif coûtant entre 10 $ et 100 $. À l'heure actuelle, le coût par circuit logique diminue d'environ 40 pour cent par année. La consommation d'énergie et les dimensions de l'ordinateur diminuent, alors que sa fiabilité s'accroît considérablement.

Technologies de transmission

La diminution du coût d'utilisation des ordinateurs, s'est accompagnée d'importantes réalisations dans le domaine des technologies de transmission, qui assureront le développement de la société d'information. Ces technologies de transmission (par téléphone, satellites, fibres optiques, câbles coaxiaux) sont rapidement perfectionnées et l'on découvre maintenant de meilleurs moyens de les relier. Des réseaux utilisant toutes ces technologies seront mis sur pied afin de fournir des moyens peu coûteux et fiables pour l'acheminement de toutes sortes d'informations au niveau tant national qu'international.

Le système téléphonique

Depuis l'invention du téléphone en 1876, les conversations téléphoniques sont transmises sous forme analogique. L'amplitude du courant électrique qui parcourt le fil téléphonique en cuivre est directement proportionnelle à la pression atmosphérique exercée au niveau des lèvres de l'interlocuteur. Maintenant, la transmission analogique est remplacée par la transmission numérique. Dans celle-ci, la pression atmosphérique est mesurée automatiquement plusieurs milliers de fois par seconde et est exprimée à l'aide d'un nombre binaire, c'est-à-dire d'un nombre composé uniquement des chiffres 1 et 0. La chaîne résultante des 1 et des 0 (ou bits) est transmise jusqu'au récepteur, là où elle est convertie en parole. La transmission numérique a beaucoup plus d'avantages que la transmission analogique. Ainsi, sa capacité de transmission est plus grande et de meilleure qualité. Cependant, sa caractéristique la plus importante est sa compatibilité avec les installations informatiques : elles traitent toutes deux les informa-

tions sous forme de bits. Ainsi, un réseau téléphonique qui utilise le langage machine pourrait servir à relier facilement et efficacement des ordinateurs éloignés pour former des réseaux informatiques. En même temps, les ordinateurs peuvent être utilisés pour le traitement, la mise en mémoire et le déclenchement des signaux du réseau téléphonique. Les micro-ondes analogiques terrestres, qui constituent l'élément principal du réseau téléphonique interurbain en Amérique du Nord depuis le début des années 50, font maintenant l'objet d'améliorations à l'aide des techniques de transmission numérique. L'informatique et la technologie du téléphone s'associent et y gagnent en souplesse et en universalité.

Satellites de communications

Les satellites de communications, qui peuvent transmettre et capter de grandes quantités d'informations au-dessus de vastes régions de la terre, ont considérablement augmenté la capacité du réseau de télécommunications. Selon les estimations, quatre satellites bien conçus pourraient assurer, aux États-Unis, le fonctionnement du réseau téléphonique interurbain et la circulation des données.

La technologie des satellites jouera un rôle de plus en plus important dans le domaine des communications, au fur et à mesure que le coût du lancement et des récepteurs (antennes paraboliques) installés sur le sol continuera de diminuer. Les véhicules de lancement réutilisables contribueront à faire baisser les frais de lancement, alors que l'augmentation de la portée et de la puissance de transmission des satellites permettra la construction de récepteurs plus petits et plus simples et, partant, moins coûteux et plus faciles à installer. On estime que les récepteurs coûteront sous peu au maximum 300 $ et auront un diamètre inférieur à un mètre. Les antennes paraboliques permettant de recevoir les émissions, même s'ils sont placés au grenier ou derrière la fenêtre d'une maison ou d'un bureau, on peut s'attendre à ce qu'ils soient de plus en plus en demande et que leur utilisation soit de moins en moins réglementée par le gouvernement.

Optique à fibres

Depuis l'avènement des télécommunications, le problème a toujours été la répartition du nombre limité de moyens de transport de l'information entre les différents usagers. Prenons par exemple le cas de la radiodiffusion. Au fil des années et à la suite de diverses conférences internationales, la quasi-totalité du spectre des ondes radio-électriques a été attribuée à diverses sociétés de radiodiffusion dans différents pays. Le même problème d'encombrement se pose en matière de télécommunications, car la capacité restreinte des fils téléphoniques en

cuivre pour la transmission d'informations vers les foyers limite les services des compagnies de téléphone aux données à fréquences vocales ou à faible vitesse. Il semble maintenant possible de réduire, voire d'éliminer le problème de l'étroitesse de la bande en utilisant des ondes lumineuses pour transporter l'information. L'énergie lumineuse se déplace comme les ondes radio-électriques et les micro-ondes. La modulation ou la variation de son amplitude lui permet de transporter l'information presque de la même façon que les ondes radio analogiques et les micro-ondes. Cependant, les ondes lumineuses ont un important avantage : leur plus grande largeur de bande leur permet de transporter un plus grand nombre d'informations. Théoriquement, une onde lumineuse pourrait transporter simultanément tous les messages téléphoniques, toutes les émissions radiophoniques et toutes les émissions de télévision d'Amérique du Nord.

Cependant, jusqu'à ces derniers temps, il n'avait pas été possible d'exploiter cette caractéristique de la lumière. En effet, il n'y avait aucun moyen de la transmettre, si ce n'est à travers l'atmosphère, où la brume, la pluie, la neige et le brouillard brisent et absorbent les ondes lumineuses. Ce n'est qu'au cours des années 60 que l'on a mis au point une technologie permettant à la lumière d'être transportée dans l'environnement protégé que constitue une fibre ou filament de verre.

La technologie de l'optique à fibres convient très bien à la transmission numérique de la voix, des images et des données. L'association de la technologie de la transmission numérique avec la caractéristique de la lumière (grande largeur de bande), qui permet des pulsions d'information extrêmement élevées, donne à la fibre une très grande capacité de transport de l'information. Selon certaines estimations, 10 000 conversations téléphoniques pourraient être assurées simultanément grâce à une paire de fibres optiques. Douze fibres optiques contenues dans un câble gros comme un crayon pourraient être utilisées par plus de 200 canaux de télévision — dont plusieurs avec des possibilités de transmission à deux voies à partir du foyer. De même, un tel câble pourrait répondre à tous les besoins téléphoniques normaux d'un ménage, dans l'avenir, et satisfaire vraisemblablement à toutes ses exigences en matière de communication de données.

Comme les fibres optiques occupent un espace très réduit, on les installe maintenant dans les réseaux téléphoniques à forte utilisation. Selon les toutes dernières estimations, les Nord-Américains font chaque jour plus de 600 millions d'appels téléphoniques locaux, et ce nombre croît sans cesse. Au lieu d'augmenter la capacité de transport de l'information en creusant des tranchées dans les rues pour y installer des câbles en cuivre plus encombrants, on peut facilement placer les minces câbles de fibres optiques le long des câbles en cuivre ou

entre les conduites de gaz, d'eaux usées et d'eau potable dans les zones urbaines. Ces câbles de verre peuvent accroître considérablement la capacité, sans pour autant nécessiter une réfection d'envergure et coûteuse des passages souterrains.

L'optique à fibres se développe rapidement grâce aux expériences en cours au Manitoba, à la mise en place en Saskatchewan du plus important système d'optique à fibres dans le monde et aux essais polyvalents effectués au Japon. Dans ce dernier pays, un centre d'informatique et de transmission a été relié à 5 000 maisons à l'aide de fibres optiques. Ce système permet la prestation d'un vaste éventail de services à une voie et à deux voies : radio et télévision commerciales, transactions de bourse, bulletins météorologiques, horaires des trains et des avions, enseignement automatisé et réseaux vidéo interactifs.

Câble coaxial

Les satellites de communications et l'optique à fibres comptent parmi les plus récentes réalisations qui ont contribué à la mise en place de l'infrastructure de l'information. Cependant, le câble coaxial en cuivre, qui est utilisé depuis de nombreuses années, a une importante capacité de transport de l'information et peut jouer un rôle important dans l'infrastructure de l'information.

Au Canada, la télédistribution a commencé sous de mauvais auspices en 1950, à Nicolet (Québec). Les premiers systèmes ont été mis sur pied dans les villes et villages où les signaux de télévision étaient mal captés. Les premiers systèmes n'avaient que six canaux et, au cours des années 50, on avait atteint la limite, c'est-à-dire 12 canaux. Au début, la télévision communautaire était uniquement un service de redistribution avec peu ou point de préparation d'émissions. Les signaux transmis étaient donc limités aux émissions télévisées. Les systèmes à câble étaient des réseaux de distribution à une seule voie qui transmettaient de façon non sélective toutes les émissions à chaque abonné.

Aujourd'hui, la télédistribution est surtout devenue un phénomène urbain, avec des taux de pénétration de 80 à 90 pour cent dans certaines zones métropolitaines; en effet, la majorité des Canadiens ont maintenant le câble. De nombreux systèmes à câble disposent maintenant de plus de 20 canaux et, grâce aux micro-ondes, certains d'entre eux transmettent des signaux dont l'origine est à des centaines de milles du lieu de réception. De plus, presque tous les importants systèmes à câble conçoivent maintenant leurs propres émissions et réservent à cette fin des canaux communautaires. Ces systèmes offrent fréquemment divers services d'information (bulletins météorologiques, cotes de la bourse, actualités, horaires des avions), et les applications des systèmes bidirectionnels sont en bonne voie.

Les services interactifs rappellent peut-être à de nombreux lecteurs la «société câblée», qui avait été l'objet de discussions à la fin des années 60 et au début des années 70. Les possibilités techniques d'un réseau interactif utilisant le câble coaxial pour offrir un vaste éventail de services (téléachats, recherches d'informations, téléconférences, etc.) étaient alors considérées comme susceptibles d'être réalisées en dix ans.

Bien que certains systèmes expérimentaux aient été mis sur pied à très petite échelle, le développement généralisé d'un système interactif utilisant le câble n'a pas eu lieu, comme de nombreux experts le pensaient, au cours des années 70. À ce moment-là, un certain nombre d'importants progrès technologiques avaient été réalisés dans l'industrie du câble, mais le câble interactif n'était pas disponible ou, lorsqu'il l'était, était d'un coût trop élevé pour la plupart des utilisateurs éventuels. Le coût du câble interactif n'a commencé à diminuer véritablement qu'à la fin de cette décennie, en raison surtout de la production efficace et à bon marché de microplaquettes et de la mise au point du microprocesseur.

Bien que l'on ait beaucoup parlé au cours des années 70 de l'utilisation d'un moyen électronique pour les services interactifs, on comprenait très peu les limites de l'infrastructure en place, à savoir les réseaux de téléphone et de télédistribution. Le réseau téléphonique (qui permet la transmission dans deux directions et qui dessert près de 90 pour cent de la population du Canada) ne pouvait pas être utilisé pour les nouveaux services interactifs en raison de l'étroitesse de sa bande. Conçu pour les communications à l'aide de signaux analogiques, le réseau téléphonique n'avait pas la capacité (la largeur de bande) pour transmettre également des vidéosignaux. Même adaptées à la transmission numérique, les lignes téléphoniques locales en cuivre, qui étaient reliées aux maisons, n'avaient pas une bande suffisamment large pour la transmission d'images. Contrairement aux câbles en cuivre à haute capacité installés dans et entre les villes, ces lignes locales ne pouvaient transporter que 64 000 bits par seconde. La musique haute fidélité exige au moins 400 000 bits par seconde et la télévision en couleurs, 90 millions de bits par seconde.[1] Le système de télévision à câble coaxial, qui a une largeur de bande suffisante pour transmettre les images et la parole, ne pouvait pas être utilisé pour les services interactifs parce qu'il ne permettait la transmission que dans une seule direction.

Cependant, les réalisations récentes dans le domaine de la microélectronique permettent d'améliorer à la fois le système à câble et le système téléphonique, de manière qu'ils fournissent un plus grand nombre de services aux foyers et aux bureaux. Ainsi, des services inte-

ractifs sont offerts aux Canadiens par le truchement des systèmes de retransmission par câble.

Parmi les services autres que les émissions, on peut mentionner les avertisseurs d'incendie, les dispositifs antivols, les systèmes destinés à alerter la police et les services médicaux d'urgence, la surveillance des services publics et la lecture des compteurs.

Avec ces types de services interactifs, un ordinateur installé au siège social de la compagnie de câble envoie périodiquement un message ou un signal d'interrogation à la maison de l'abonné. Un microprocesseur installé dans la maison de l'abonné fait état des modifications qu'il est censé surveiller en renvoyant à l'ordinateur central, par l'intermédiaire du câble coaxial, un message numérique codé.

Ce type de services est relativement facile à installer dans la plupart des systèmes à câble. Cependant, des modèles plus perfectionnés sont utilisés pour le vote électronique, le téléachat, les jeux vidéo et les autres services qui peuvent être maintenant offerts à l'aide d'un système à câble complètement interactif.

Le célèbre système Qube[2] de Columbus (Ohio) a son équivalent canadien dans la structure de la société Canadian Cablesystems de London (Ontario). Ces deux systèmes permettent aux spectateurs de «parler» au téléviseur. En pressant le bon bouton du clavier électronique, le spectateur peut répondre à une question posée par une personne présente dans le studio de télévision, indiquer sa satisfaction ou son mécontentement relativement à un interprète dans une émission du programme communautaire, faire savoir qu'il a compris la question posée ou le point discuté dans le cadre d'un programme d'enseignement, et exprimer son intérêt pour un produit dont la vente est annoncée. De même, le système permet le télévote, ou vote électronique.

Pour le téléachat et le vote, la conversion est relativement simple, car les informations échangées sont relativement peu nombreuses. Comme l'abonné ne transmet que des réponses simples (oui, non, ou numéro de la carte de crédit), le volume des informations envoyées à l'ordinateur central représente un nombre relativement petit de bits numériques. Les informations transmises à la maison de l'abonné sont beaucoup plus nombreuses.

Ces services utilisent la vaste capacité du système à câble, qui est encore un système centralisé (de point à masse) de distribution modifié pour permettre le renvoi d'un nombre limité de données numériques au point central. Cependant, pour offrir des services complexes comme le courrier électronique, la transmission électronique des messages, le téléachat et les transactions bancaires électroniques, il faudrait faire subir au réseau de câble en place à l'heure actuelle des

modifications plus importantes et coûteuses. Il faudrait modifier considérablement ces services afin de permettre une plus grande circulation d'informations vers l'ordinateur central. Cependant, ce qui est encore plus important, c'est le fait que le réseau de câble doit être transformé en un système décentralisé de communication (de point à point). Essentiellement, on doit lui donner la capacité de commutation du réseau téléphonique.

Le Canada a adopté le câble coaxial avant les États-Unis. Le système canadien est donc le type antérieur décrit ci-dessus — un système de point à masse ou de diffusion. Par contre, la plupart des systèmes plus récents qui sont installés dans les villes américaines sont des systèmes de la deuxième génération qui possèdent une capacité de commutation incorporée dès la conception. Il faudra apporter des améliorations coûteuses si l'on veut rendre plus interactif le système canadien.

Nouveaux produits et services

Des réseaux de divers types capables de fournir de grandes quantités d'informations sont actuellement mis en place. Il reste à déterminer si un type dépassera les autres et de combien, et à voir s'il est possible d'assurer la compatibilité. Quel que soit le transporteur adopté (câble coaxial, fibres optiques, ondes radic-électriques ou micro-ondes) et qu'il s'agisse d'un réseau de commutation basé sur le système actuel de la compagnie de téléphone, d'un système hybride (collaboration entre la société de télédistribution et la compagnie de téléphone) ou d'un système entièrement nouveau, tous les progrès techniques et innovations tendent à montrer que les foyers, bureaux, usines et magasins du Canada disposeront de plus en plus de services d'information bidirectionnels.

Les services d'information bidirectionnels existent déjà dans les secteurs public et privé. De nombreux bureaux ont adopté les réseaux intrasociétés et les systèmes fermés de groupes d'utilisateurs. Les revues professionnelles contiennent des annonces relatives à des réseaux locaux basés sur l'un ou l'autre système. Dans les bureaux, le but est de permettre aux différentes machines de bureau de communiquer entre elles et avec la base de données, qui est le classeur électronique du bureau moderne.

Les postes téléphoniques terminaux de la société d'information sont des ordinateurs personnels; le volume des ventes de ces appareils est de loin supérieur aux prévisions faites il y a à peine trois ou quatre ans. Les ordinateurs pour la maison et les bureaux ont maintenant une capacité de traitement beaucoup plus grande et une mémoire beaucoup plus puissante. De même, le télétex et le vidéotex font partie

de l'éventail des technologies, de même que le terminal intelligent, qui facilite l'interaction avec l'infrastructure d'information. Par suite de la multitude de marques et de types de logiciel, l'incompatibilité entre les machines et les réseaux pose un problème. Cependant, il ne fait pas de doute qu'une infrastructure technologique capable d'offrir toutes sortes de services d'information à un coût peu élevé prend rapidement forme.

Au niveau des services, les technologies fusionnent pour offrir des services comme la transmission électronique des messages, caractérisée par des messages vocaux mis en mémoire et codés numériquement. De tels services hybrides, qui constituent la télématique, rendent absurdes les efforts déployés par le gouvernement pour faire de l'industrie des télécommunications et du secteur de l'informatique des entités distinctes. À l'instar des technologies, les industries fusionnent, aidées par les sociétés de télécommunications et d'informatique. Dans l'intervalle, de nouvelles sociétés naissent et les entreprises existantes changent rapidement leurs plans.

De toutes les entreprises qui fournissent ces nouveaux services de communications en Amérique du Nord, voici les plus connues : American Satellite, qui transmet des messages, des images et des données par satellite, Comshare, qui offre des services informatiques, des systèmes téléphoniques et des systèmes de transmission de données, Graphic Scanning, qui exploite un réseau de transmission de données et offre des services internationaux de télex et d'avertissement par radio, Microwave Communications, Inc., qui offre des services téléphoniques interurbains dans plus de 100 villes américaines, International Telephone and Telegraph (ITT) Communications, Mitel, Northern Telecom, Western Union, Tymshare et Satellite Business Systems (consortium regroupant International Business Machines (IBM), Aetna Insurance et Communications Satellite Corporation).

La société American Telegraph and Telephone (ATT) prend de plus en plus d'essor sur ce marché très actif grâce à son service perfectionné de communications conçu pour transmettre des données et pour permettre à des ordinateurs techniquement incompatibles de communiquer entre eux. La société canadienne Northern Telecom commercialise déjà un système semblable sous le nom de OPEN World.

La création d'un système d'information : une analogie

À certains égards, la société d'information est aujourd'hui au même stade de développement que l'automobile entre 1910 et 1915. Un véhicule sans chevaux avait été mis au point. C'était tout de même une nouveauté intéressante, mais elle n'avait pas d'application pratique. Cependant, avant que l'automobile ne devienne omniprésente en tant

qu'importante technologie, plusieurs éléments devaient être créés et réunis pour constituer un système global. La mise au point de l'automobile exigeait la création d'un véhicule fiable en tout temps, la conception d'une pompe à essence et la mise sur pied d'un réseau de postes d'essence pour fournir le carburant nécessaire aux véhicules, la construction de routes durables et l'élaboration d'un ensemble complexe de normes et de moyens de contrôle, y compris les poteaux indicateurs, les feux de signalisation et la législation appropriée. Tout ceci a demandé de nombreuses années. Ainsi, la première station-service a été ouverte en 1908, mais la première pompe électrique munie d'un compteur n'a été introduite qu'en 1936, c'est-à-dire 28 ans plus tard. Les routes à accès restreint, qui font maintenant partie intégrante du système automobile, n'ont été introduites au Canada qu'en 1939. Les feux de signalisation ont fait leur apparition en 1925.

L'automobile occupe une place de plus en plus importante dans la société canadienne. La façon dont les villes se sont développées et le mode de vie des gens ont été radicalement changés. Par exemple, le premier centre commercial climatisé conçu spécialement pour les acheteurs motorisés a été ouvert au Canada en 1950. Aujourd'hui, il y a plus de 1800 centres commerciaux au Canada. Le centre commercial, qui a transformé le centre-ville de la plupart des villes canadiennes, est devenu un lieu de rencontres, d'activités et de loisirs.

La comparaison entre le développement de l'automobile au Canada et la naissance de la société d'information révèle de nombreux points communs. Avec le recul, nombre de réalisations apparemment non reliées peuvent être considérées comme des éléments d'un vaste ensemble. Comme c'est le cas aujourd'hui de l'industrie des micro-ordinateurs, de nombreuses sociétés avaient alors été créées; certaines ont prospéré alors que d'autres ont fait faillite ou ont été achetées par des rivales plus dynamiques. Il y a eu à un moment donné plus de 90 fabricants d'automobiles au Canada. Aucun d'entre eux n'a survécu, exception faite de ceux qui faisaient partie de sociétés multinationales.

Les premières automobiles coûtaient cher et étaient hors de la portée de la plupart des gens. Au fur et à mesure que les techniques de production ont été améliorées, les prix ont baissé et l'automobile est devenue un article courant. Son prix est devenu plus abordable et son utilisation, plus facile. L'utilisateur moyen n'avait plus à connaître son fonctionnement, l'essentiel pour lui étant de savoir qu'elle marche. La technologie n'est plus «mystérieuse». La transmission automatique, la servo-direction, etc., facilitaient considérablement la conduite, tandis que la solution des problèmes techniques pouvait être confiée à des spécialistes.

Des phénomènes semblables ont caractérisé la naissance de l'ordinateur. Par suite de la diminution du coût de la technologie, l'informa-

tique est devenue plus abordable, alors que la technologie qui répond aux besoins de l'utilisateur devient de plus en plus simple. L'objectif de l'utilisation généralisée de la micro-électronique sera de permettre aux utilisateurs d'ordinateurs d'atteindre leurs buts sans avoir à apprendre le langage machine ou à être familiarisés avec la technologie. L'utilisateur moyen accordera peu ou point d'attention à la technologie, se contentant seulement de savoir qu'elle est efficace, bon marché, fiable et facile à utiliser.

L'enthousiasme suscité par les technologies de l'information, en plein essor, est comparable à l'enthousiasme observé au moment de l'invention de l'automobile. La différence est qu'aujourd'hui les gens s'efforcent de comprendre le fonctionnement du système alors qu'il est mis en place. La confusion actuelle disparaîtra dans une dizaine d'années et de nombreuses personnes se demanderont pourquoi on se préoccupait de la compatibilité, des normes, des systèmes et des réseaux.

La joie provoquée par les nouvelles technologies s'accompagne d'un certain malaise dû aux modifications apportées aux méthodes employées depuis longtemps. Les conditions de travail, les loisirs, l'enseignement et les distractions changent rapidement et la compartimentation qui caractérise ces activités est telle que les anciennes définitions ne valent plus, aussi bien pour les particuliers que pour les planificateurs du gouvernement ou de l'industrie. Des sociétés et industries très connues subissent des transformations ou connaissent des difficultés graves, voire fatales. De nouvelles entreprises et industries créent de nouveaux emplois et les jeunes doivent choisir une carrière alors que l'avenir est incertain. C'est pourquoi il importe de considérer tant les inconvénients que les avantages des technologies nouvelles.

Chapitre 2

Produits et procédés

Problèmes et possibilités

Les technologies de l'information influent sur le monde du travail, qu'il s'agisse des usines ou des bureaux, du fait qu'elles causent la disparition de certains postes et la création de nouveaux emplois. La mise en place de nouvelles machines, en plus d'accroître le rendement, entraîne une augmentation de la gamme de services offerts. Prenons un exemple : un bulldozer, en plus d'effectuer le travail de 30 ouvriers, peut également accomplir des tâches qui étaient impensables auparavant. De plus, de nouvelles catégories d'emploi voient le jour; opérateurs de bulldozer, préposés à l'entretien, fabricants d'équipement, etc.

La micro-électronique comporte de nombreux avantages pour la société. Par exemple, à l'usine, il est possible d'améliorer la qualité des produits au moyen d'une surveillance plus serrée. La diminution de la quantité de produits insatisfaisants profite autant à l'industrie qu'au grand public, grâce à l'augmentation de la productivité. Plus les machines sont «intelligentes», moins importants sont les besoins en formation des nouveaux employés. Ce point est particulièrement important pour les entreprises où le taux de roulement des employés est élevé. Dans le même ordre d'idées, mentionnons les machines-outils informatisées qui effectuent le travail avec plus de précision qu'un ouvrier, d'où une diminution des pertes et une augmentation de la productivité.

On pourrait trouver des exemples de l'influence des technologies de l'information dans tous les secteurs industriels. Toutefois, la question se résume en un mot : changement.

Dans les pays industrialisés, on se préoccupe beaucoup de ce qui se passe tout autour; on surveille constamment les divers indicateurs du bien-être. Les informations sur le produit national brut, l'emploi, les taux d'intérêt, les fermetures d'usines, les marchés des valeurs (Toronto, New York, Tokyo), le prix de l'or et de l'argent, la valeur du dollar et les taux hypothécaires font partie de la vie de tous les jours : on en parle à la radio, à la télévision, dans les journaux et avec ses collègues de travail, à la pause-café. C'est un peu comme s'il fallait prendre sa température et sa tension 10 fois par jour. Le changement est, en soi, chose normale mais, à cause de la façon dont les changements liés à la micro-électronique sont décrits, les gens se sentent mal à l'aise, ont peur, manifestent de la méfiance et, règle générale, ont la hantise de ce que leur réserve l'avenir.

Les industries sont conscientes de la nécessité de moderniser leurs installations pour demeurer concurrentielles à l'échelon international

(«innover ou périr»). En outre, on constate peu à peu que les nouvelles technologies entraînent des changements et la disparition de certains emplois. Selon George Wedell, chef de la division des projets d'emplois communautaires à la Commission de la Communauté économique européenne :

> Les pressions en vue de franchir une autre étape du développement technologique accentuent presque inévitablement le problème du chômage. En raison de l'automatisation, le facteur main-d'oeuvre devient une variable importante, au moment même où les pressions politiques [orientent vers le plein emploi. Le chômage provoqué par la technologie, qui n'est bien sûr pas nouveau, a atteint des proportions qui dépassent la capacité d'absorption du marché du travail et des organes de gestion actuellement en place dans la plupart des États membres du Marché commun.[1]

L'ampleur des changements subis par le marché du travail est telle que M. Wedell presse les responsables de prendre des mesures en prévision des changements technologiques plutôt qu'en réaction à ces derniers.

> L'ampleur de l'interaction des questions sociales et économiques et le temps nécessaire à la modification des politiques sont des facteurs cruciaux qui expliquent pourquoi les politiques de l'emploi doivent devenir la cause et non l'effet des décisions d'ordre économique. Voilà un renversement total. Il faut créer un nouveau mode de vie en fonction de la troisième révolution industrielle prévue dans les années 50 par le professeur Wiener, du MIT, prévision que nous n'avons d'ailleurs jamais prise au sérieux. Ainsi donc, à cause de la troisième révolution industrielle, il faut créer un nouvel ordre; or, s'il est possible d'établir et de mettre en place ce nouveau mode de vie, grâce à une politique dynamique de l'emploi, je suis d'avis que les modifications apportées créeront un climat propice aux changements économiques qui s'imposent. Je pense que la nouvelle situation atténuera l'élément de crainte — crainte présente en chacun de nous et tout à fait légitime — pour notre existence, nos emplois et nos familles, crainte qui, actuellement, paralyse de larges segments de notre société.[2]

Modification des produits et des procédés de fabrication

Les nouvelles technologies modifient profondément la nature des procédés traditionnels de fabrication : en simplifiant les produits et en automatisant la production. Premièrement, la simplification des produits s'effectue grâce au remplacement des pièces qui s'insèrent dans une suite d'opérations logiques — ressorts, leviers, moteurs pas à pas et engrenages — par des ensembles de circuits micro-électroniques. Le produit ainsi conçu comporte moins de pièces et sa fabrication néces-

site moins de travail, donc moins de main-d'oeuvre. Le remplacement des pièces mécaniques par des composants électroniques entraîne souvent des changements importants sur le plan de la main-d'oeuvre : de l'usine où un bien est fabriqué, on passe à l'usine où l'on produit des circuits intégrés, lesquels remplacent un grand nombre de pièces mécaniques, par exemple des roues et des poulies. Deuxièmement, on automatise la production au moyen de la conception assistée par ordinateur et de la fabrication assistée par ordinateur (CAO/FAO), de robots, de machines-outils informatisées et de techniques automatisées de manutention.[3]

En somme, un produit simplifié coûte moins cher à produire et on peut le vendre à un prix moindre. Les industries qui n'adopteront pas les nouvelles technologies seront grandement désavantagées. L'industrie de l'horlogerie, en Suisse, en est l'exemple le plus remarquable. Dans ce secteur, au milieu des années 70, le nombre d'emplois a diminué de 46 000, en Suisse, et de 40 pour cent en Allemagne de l'Ouest.

Ces dernières années, les montres-bracelets, les calculatrices, les téléviseurs, les caisses enregistreuses et le matériel de télécommunication ont tous été grandement simplifiés. Au Japon, les principaux fabricants de téléviseurs ont réduit leur personnel de moitié tout en augmentant leur production de 25 pour cent. Ils y sont parvenus en substituant des composants micro-électroniques aux plaquettes conventionnelles. En plus de causer la diminution des effectifs nécessaires à l'assemblage des téléviseurs, ce changement radical a entraîné la réduction du nombre de pièces à fabriquer, facilité le contrôle de la qualité et réduit l'entretien.

Et cette tendance ne se limite pas seulement aux fabricants d'appareils électroniques. On l'observe dans tous les secteurs du domaine manufacturier.

- Une montre-bracelet électronique nécessite l'assemblage de seulement cinq composants, comparativement à environ un millier d'opérations pour le montage d'une montre mécanique.
- Par le passé, la fabrication d'un téléscripteur électromécanique nécessitait plus de 75 heures de travail; de nos jours, il suffit de 17 heures pour assembler un téléscripteur électronique. Un seul microprocesseur peut remplacer plus de 900 pièces mécaniques.
- Il fallait plus de neuf heures pour assembler un calculateur mécanique; une calculatrice électronique à imprimante est montée en moins d'une heure.
- Finalement, un microprocesseur remplace maintenant 350 pièces mécaniques dans une machine à coudre.

Sur le plan de la valeur ajoutée, les composants électroniques représentent une portion beaucoup plus grande du produit et, de ce fait,

une part importante de la valeur est imputée au producteur de composants ou de semiconducteurs plutôt qu'au fabricant de pièces d'équipement.

Règle générale, le processus de production comporte un certain nombre d'étapes : la transformation des matériaux en pièces, l'assemblage des pièces en sous-systèmes, l'assemblage des sous-systèmes en produits, la mise à l'essai et, finalement, la vente. Ce sont habituellement les dernières étapes qui nécessitent l'emploi d'une main-d'oeuvre nombreuse.

Avec la micro-électronique, le gros du travail d'assemblage des pièces et des sous-systèmes est remplacé par la fabrication de composants, et une bonne partie de l'étape finale du processus de fabrication consiste en fait à assembler les composants. En soi, la fabrication des composants ne nécessite pas beaucoup de main-d'oeuvre. Il semble que bon nombre des industries qui connaîtront un taux de croissance élevé au cours des dix prochaines années — électronique, télécommunications, biens de consommation, instruments de précision — sont celles-là mêmes qui seront le plus touchées par le processus de simplification.[4]

Dans l'usine de l'avenir, on trouvera des systèmes pour la surveillance et le contrôle de l'ensemble de la production, des robots et des machines-outils informatisées chargés d'effectuer le travail matériel, de même que des dispositifs de manutention pour la vérification des inventaires de nouveaux matériaux et de produits finis.

Même si l'on utilise depuis un certain temps déjà des ordinateurs pour piloter des procédés industriels, les tentatives en vue d'assurer le contrôle complet d'une usine n'ont pas eu le succès escompté pour la simple raison que les premiers efforts s'appuyaient sur le principe d'un contrôle centralisé. De plus, les premiers ordinateurs étaient grandement handicapés par leur faible rapidité d'exécution, par leur mémoire insuffisante et, surtout, par la simplicité de leurs programmes.[5]

De nos jours, les méthodes préconisées pour le contrôle d'une usine complexe se fondent sur les principes de la décentralisation, sur la saisie partagée des données, ainsi que sur le traitement décentralisé de l'information, ou «intelligence répartie». Avec des systèmes du genre, le règlement des problèmes locaux se fait à l'échelon local et les problèmes plus importants sont réglés à un palier supérieur. Cette méthode peut être mise en oeuvre au moyen d une hiérarchie d'ordinateurs, chacun accomplissant les tâches qui lui sont confiées compte tenu de sa situation par rapport aux autres. Cette méthode permet une plus grande souplesse de conception, de même qu'une amélioration de la fiabilité et du rendement; enfin, elle rendra peut-être réalisable l'idéal recherché : le contrôle parfaitement intégré des usines.

Les ordinateurs : agents de changement dans la conception et la fabrication

Le contrôle complet au moyen de «l'intelligence répartie» constitue l'aboutissement des techniques habituellement appelées «techniques de fabrication assistée par ordinateur» (FAO). Citons notamment les systèmes de planification assistée par ordinateur, de gestion des inventaires et de commande partielle des procédés de fabrication. Ensemble, ces techniques peuvent accroître la productivité globale des usines au moyen de la réduction des effectifs, d'une utilisation optimale des matières premières, de la diminution des produits en stock et de l'amélioration de la compatibilité entre les divers procédés et activités.[6]

Grâce à la micro-électronique, l'automatisation est possible dès l'étape de la conception. Au début des années 50, lorsqu'on a commencé à utiliser des ordinateurs au Canada, on mettait l'accent sur les calculs techniques. Au cours des 30 dernières années, la capacité des calculateurs électroniques s'est accrue; l'ordinateur, outre qu'il effectue des calculs, a maintenant une logique et une mémoire, en plus d'être muni de dispositifs d'affichage graphique et d'infographie. La visualisation graphique a permis d'automatiser le travail des dessinateurs de même que celui des ingénieurs. Vu l'élargissement de l'envergure des tâches dont s'acquitte maintenant l'ordinateur, on a remplacé, à juste titre, l'expression «calculs techniques» par «conception assistée par ordinateur» (CAO).

Avec la conception assistée par ordinateur, la machine possède tous les outils nécessaires pour dessiner : équerres, crayons, compas, etc. En plus d'accélérer le lent et laborieux travail du dessinateur, la CAO permet au concepteur d'étudier divers aspects d'un objet ou de son assemblage en effectuant des permutations circulaires sur l'écran, en le présentant en éclaté et en grossissant ou en rapetissant les détails. De plus, le concepteur peut analyser sans délai les objets conçus et en faire l'essai; pour cela, il les soumet à des changements de température, à des charges mécaniques et à d'autres conditions simulées électroniquement. Les essais sur écran permettent d'économiser beaucoup de temps et d'argent; en effet, il n'est plus nécessaire de fabriquer des prototypes qu'il faut mettre à l'essai, modifier au besoin et mettre de nouveau à l'essai.

Lorsque la CAO est étroitement liée à la FAO, la conception et la mise à l'essai sur écran d'un produit peuvent donner lieu à un programme d'instructions machine concernant sa fabrication ainsi que les outils, les gabarits et les moules nécessaires. Le procédé CAO/FAO réduit considérablement le délai entre la conception et la production. Grâce à lui, il est moins coûteux de mettre au point de nouveaux modèles, d'apporter des changements en cours de conception et de ré-

pondre à des commandes spéciales ou de faire des tirages limités.[7]

L'amélioration constante du rendement des ordinateurs par rapport à leur coût a rendu possibles de nouvelles applications, par exemple les techniques CAO/FAO. Compte tenu d'une sensibilisation accrue vis-à-vis de l'informatique, ainsi que des dispositifs de stockage de l'information et des ordinateurs à prix relativement bas, le procédé CAO/FAO est considéré comme un nouvel outil puissant à la disposition de l'industrie manufacturière canadienne.

Sur le plan de la productivité, les avantages des techniques CAO/FAO sont énormes. Parlant de la conception assistée par ordinateur, un cadre de l'industrie automobile a fait remarquer :

> Le travail de conception, de même que l'examen des résultats, se fait à l'aide de graphiques — tout cela sans même utiliser de pièces réelles pour les essais. Nous pouvons réaliser le processus complet et avoir une bonne idée du poids de chaque pièce, de sa résistance, de sa force et de son efficacité. Nous corrigeons les pièces avant même que la voiture ne soit fabriquée.[8]

L'automatisation des usines provoque une augmentation de la productivité de même que la modification des procédés de fabrication. Les usines informatisées d'automobiles, en Amérique du Nord, sont deux fois plus efficaces que celles du Royaume-Uni, mais le sont deux fois moins que les usines les plus automatisées, celles du Japon (où l'on fait appel aux techniques CAO/FAO et à la robotique). Ainsi, au Royaume-Uni, l'industrie automobile ne produit que de 15 à 17 voitures par année-personne, tandis qu'au Japon, elle en produit près de 70.

Ce sont les petites chaînes de fabrication ou de production par lots qui retirent les avantages les plus intéressants. La CAO/FAO et la robotique permettent aux petites entreprises d'afficher des coûts de production dont sont seules capables les grosses usines visant les marchés internationaux. Atelier flexible (AF), voilà l'expression qui décrit le mieux la nouvelle méthode de fabrication. Les AF permettent de fabriquer des produits en petites quantités et à un coût peu élevé. Différents produits peuvent être fabriqués par les mêmes machines simplement en changeant le programme. La méthode de la chaîne de montage, dont le meilleur exemple est l'usine conventionnelle de fabrication d'automobiles, n'est pas du tout flexible. Suivant cette méthode, il faut produire une grande quantité de biens pour diminuer les coûts. Or, 75 pour cent des biens manufacturés sont produits en lots de 50 ou moins. Par exemple, la General Electric utilise des AF pour produire 2 000 versions distinctes de son compteur d'électricité à son usine de Somersworth, au New Hampshire, qui produit au total plus d'un million de compteurs par an.[9]

Un des progrès connexes de l'informatique est le groupage des techniques. Il s'agit en fait de classer et de coder les caractéristiques des pièces et d'emmagasiner les données dans une mémoire informatisée, pour ensuite les rappeler et les utiliser suivant les besoins. Cette méthode est particulièrement utile pour la production par lots, caractérisée par des changements d'une étape à l'autre du processus de fabrication. En utilisant les solutions existantes pour fabriquer des pièces précises (c'est-à-dire en groupant les techniques), il est possible de réaliser des économies quel que soit le processus de fabrication, y compris la production par lots.

Les économies de main-d'oeuvre rendues possibles par le groupage des techniques sont impressionnantes. Selon des études effectuées dans diverses entreprises, seulement 20 pour cent des pièces que l'on croyait devoir redessiner devaient effectivement l'être; 40 pour cent pouvaient être produites à partir des plans existants, et les 40 pour cent restants pouvaient être créées en modifiant des plans existants.[10]

Les robots et l'usine automatisée

L'utilisation de robots est un autre élément clé de l'automatisation des procédés de fabrication. Le robot, machine programmable et polyvalente, est conçu pour manipuler des matériaux, des pièces, des outils ou des dispositifs spécialisés; il peut, grâce à divers mouvements prédéterminés, réaliser un éventail de tâches, de la même façon que le ferait une main ou un bras humain. Il se compose de trois éléments spécialisés : la partie mécanique (y compris les pinces et le poignet artificiel), l'unité énergétique (hydraulique, pneumatique ou électrique) et le système de commande (habituellement des mini-ordinateurs ou microprocesseurs). Toutefois, la caractéristique première du robot, c'est qu'on peut le programmer, c'est-à-dire qu'on peut lui apprendre de nouvelles tâches.

Les robots sont utilisés dans l'industrie depuis le début des années 60. Les premiers modèles étaient de grosses machines destinées surtout à effectuer des tâches ennuyeuses ou dangereuses. De nos jours, les robots sont de petits appareils polyvalents que l'on peut programmer pour effectuer une grande variété de travaux. Les nouveaux robots dotés de circuits micro-électroniques conviennent particulièrement bien aux opérations de fabrication et font partie intégrante des ateliers flexibles.

Le prix des robots varie de 10 000 à 120 000 $, et l'équipement auxiliaire peut faire doubler le coût de l'appareil. Les frais d'entretien d'un robot sont d'environ 5 $ de l'heure. Contrairement à la croyance

populaire, la grande productivité des robots n'a rien à voir avec l'augmentation de la vitesse de production; ces appareils sont habituellement conçus pour travailler à la même cadence qu'un ouvrier, de façon à s'intégrer au processus de fabrication. L'augmentation de la productivité vient du fait que le robot peut travailler sans arrêt, et ce de façon plus uniforme et précise que l'être humain.

Il convient de souligner un autre facteur qui incite les dirigeants d'usines à employer des machines plutôt que des ouvriers : un nombre accru de poursuites sont engagées par des travailleurs qui ont manipulé des substances dangereuses ou été mis en contact avec celles-ci. Les normes très rigoureuses visant à protéger les travailleurs dans les secteurs présentant des dangers pour la santé augmentent également le coût de la main-d'oeuvre. À cause du coût des mesures de protection, le rapport 3/1 (ouvrier à 15 $ de l'heure et robot à 5 $ de l'heure) passe à 4/1 ou même davantage. Il n'est pas nécessaire de protéger les robots ni de s'inquiéter de poursuites pouvant être engagées dans 10 ou 20 ans, lorsque des produits chimiques ou d'autres substances considérés aujourd'hui comme sûrs se révéleront dangereux.

Pour le moment, les robots servent à accroître la productivité dans les usines; cependant, compte tenu des techniques associées aux nouveaux robots (polyvalents et reprogrammables), il faut s'attendre à des changements dans l'ensemble du processus de production et à la création d'usines entièrement automatisées. Grâce aux techniques CAO/FAO, ces usines seront entièrement conçues pour exploiter toutes les possibilités de la robotique (rapidité, polyvalence, etc.); on ne cherchera plus à intégrer les robots aux méthodes de fabrication existantes.

La demande de robots est fonction du désir de réduire les coûts et d'assurer une main-d'oeuvre appropriée. L'ère de l'augmentation de la productivité au moyen de la hausse constante du volume de production semble révolue; l'accroissement de la productivité est maintenant étroitement lié aux capitaux investis dans la chaîne de fabrication et aux techniques utilisées.

La réorganisation du processus de production crée un nouveau genre de valeur ajoutée : les informations produites par les appareils micro-électroniques, c'est-à-dire les sous-produits de nombreux procédés automatisés. Il est possible d'intégrer la production à d'autres activités, notamment la conception automatique, l'automatisation du traitement des commandes, la manutention des matériaux, l'emballage et l'entreposage — tout cela grâce aux techniques CAO/FAO.

La robotique et les techniques CAO/FAO comportent de très nombreux avantages. Au Japon, Toyota compte le même nombre d'employés qu'il y a cinq ans, mais sa production annuelle est passée de deux à trois millions de véhicules. Un autre fabricant d'automobiles,

Mitsubishi, fabrique sept fois plus de voitures qu'en 1970 — mais l'augmentation de ses effectifs n'a été que de 15 pour cent.[11]

L'influence de la robotique est tellement forte au Japon que Fujitsu Fanuc (l'un des plus gros fabricants japonais de machines) a ouvert une usine où des robots fabriquent d'autres robots. Située près de Tokyo, l'usine construite en 1982 au coût de 100 millions $ compte 150 employés et 30 robots; chaque mois, elle produit 500 machines industrielles et 350 robots.

Une usine pilote de fabrication de machines-outils doit ouvrir ses portes en 1984; on y trouvera 65 machines-outils commandées par ordinateur et 34 robots liés par fibres optiques au centre de conception informatisée situé au siège social. L'usine Yamazaki, à Nagoya, au Japon, comptera 215 employés qui effectueront le travail des 2 500 personnes qu'il faudrait embaucher s'il s'agissait d'une entreprise conventionnelle. Grâce à sa souplesse d'exploitation, l'usine pourra fonctionner à plein rendement (et produire pour 230 millions $ de biens par an) ou à rendement réduit (80 millions $ de produits par an) sans qu'aucune mise à pied ne soit nécessaire.[12]

Actuellement, au Japon, on produit plus de 150 modèles de robots. Citons notamment les appareils spécialisés dans le démoulage des produits coulés par injection, l'empilage d'objets pesants ou la pose des connexions des puces de semiconducteurs, et les robots polyvalents qui palettisent, assemblent des pièces, soudent et peinturent avec une adresse égale. Le premier fabricant d'outils au Japon, Yamazaki, produit une machine-outil ou un centre d'usinage perfectionné toutes les 40 minutes. Ces centres d'usinage travaillent sans surveillance toute la nuit, dans l'obscurité, pour produire d'autres centres d'usinage.

Grâce aux chaînes de fabrication autonomes, il sera possible de poursuivre la production sans l'aide d'ouvriers et sans interruption, à toute heure du jour et de la nuit, pendant ce que les travailleurs d'Allemagne de l'Ouest appellent ***die Geisterschicht***, c'est-à-dire le «quart fantôme». De nombreux ouvriers d'usine qui faisaient partie de l'équipe de nuit pourront maintenant travailler pendant le jour, ce qui est davantage en harmonie avec le rythme de vie de la société.

Parmi les progrès récents de la robotique, citons les robots dotés de vision. En France, le fabricant d'automobiles Renault possède un robot équipé d'une caméra de télévision qui lui sert d'oeil. Ce robot peut distinguer chacune des 200 pièces qui lui sont présentées au hasard sur un convoyeur. On évalue à 800 le nombre de systèmes de vision machine en usage aux États-Unis et l'on s'attend à ce que leurs ventes doublent tous les deux ans.[13] Souvent, on utilise des systèmes de vision machine autonomes (c'est-à-dire non associés à un robot) pour mesurer ou compter des pièces, ou encore en vérifier la qualité;

en fait, on cherche à remplacer l'oeil humain par des systèmes plus rapides, plus précis et moins susceptibles de commettre des erreurs. Par ailleurs, on travaille à la mise au point de robots doués d'un sens tactile et capables de reconnaître les pièces défectueuses. Dans l'ensemble, grâce aux progrès de la micro-électronique, les robots sont plus petits, davantage polyvalents et plus intelligents, et il est possible de les recycler pour leur apprendre de nouvelles tâches suivant les besoins.

L'informatisation des bureaux

Tous les changements décrits ci-dessus pour les usines s'appliquent également aux entrepôts, aux centres de distribution et au secteur le plus complexe de tous — celui des bureaux. Le travail de bureau est en train de devenir un ensemble informatisé de fonctions où les appareils électroniques et les terminaux de communication perfectionnés remplacent les machines électromécaniques. Cependant, il est plus difficile de mesurer la productivité dans les bureaux que dans les usines.

Règle générale, le travail de bureau s'appuie sur un comportement humain déjà tracé et, même si l'on étudie attentivement ce qui se passe dans ce milieu, il est souvent difficile d'établir précisément le fonctionnement d'un système donné. La plupart des tâches de bureau sont moins routinières et concrètes que celles accomplies en usine. Dans certains cas, notamment dans les grandes universités ou sociétés et au gouvernement, il est très difficle de préciser le travail effectué, et encore plus de le mesurer. C'est pourquoi il est presque impossible de définir la productivité pour certaines activités de bureau ou de déterminer, même en termes généraux, des moyens de l'améliorer.[14] Malgré tout, même dans ce milieu, on n'échappe pas à l'informatisation.

La bureautique assurera une souplesse accrue, d'une part, de même qu'une homogénéisation et une meilleure utilisation des systèmes, d'autre part. Ce désir d'utiliser le nouvel équipement de façon efficace signifie, pour certains, l'adoption obligatoire de procédures normalisées. De nombreuses études sont en cours dans les bureaux gouvernementaux et des sociétés en vue de mieux comprendre les buts et les objectifs du bureau, de déterminer les tâches susceptibles d'être normalisées ainsi que l'ampleur du travail répétitif pouvant être confié aux cadres et aux employés, sans pour autant miner leur moral et réduire leur efficacité. Selon ces études, certains secteurs des bureaux modernes ressembleront peut-être un jour à des usines.[15]

Stimulés par la promesse d'une productivité accrue et désireux de paraître en accord avec les nouvelles technologies, les gouvernements et les sociétés se tournent vers les nouvelles techniques pour emmagasiner, traiter, manipuler et communiquer l'information. Le poste de travail intégré remplace la machine à écrire, le copieur, le classeur et le

téléphone. Après s'être abonnées à un réseau de transmission de données, les sociétés constatent qu'elles peuvent profiter des services de téléconférence à peu de frais. Souvent, les systèmes de communication par satellite permettent l'organisation de vidéoconférences. On réalise actuellement des expériences et des projets pilotes avec des terminaux portatifs qui permettront à certains employés de bureau de travailler à la maison.

On prévoit que le travail à distance permettra d'économiser de l'énergie, d'embaucher des handicapés et de réduire les besoins en espaces à bureaux, en plus d'assurer une participation accrue des mères de famille au monde du travail. D'ici le milieu des années 90, on prévoit que 15 pour cent de la main-d'oeuvre effectuera son travail à distance, c'est-à-dire que les employés travailleront en dehors d'un bureau central.[16]

La technologie de l'information assurera à la fois vitesse accrue et plus grande souplesse, diminuera ou éliminera les contraintes découlant des distances et pourrait conduire à la transformation du bureau; en effet, ce dernier ne serait plus l'endroit où le travail est effectué par des employés, de neuf à cinq, mais pourrait devenir une activité menée depuis n'importe quel point du globe, à n'importe quel moment. Le rôle des gestionnaires et du personnel de soutien subira des changements, et il en sera de même des emplois, tant au niveau du nombre de postes qu'à celui des fonctions qu'ils comportent.[17]

Ainsi, la machine à écrire, le classeur, le téléphone et le copieur finiront par fusionner pour constituer un réseau de traitement de l'information et de communication. Affectés à des postes de travail polyvalents et complexes, les employés de bureau (y compris les gestionnaires et le personnel de soutien) seront en mesure de s'acquitter d'un large éventail de tâches, notamment : consigner des notes et des graphiques, rédiger une lettre, classer des informations ou présenter sur écran des données tirées d'un fichier électronique. Sans se déplacer, ils pourront faire des appels téléphoniques, laisser des messages en code numérique, mettre en marche des copieurs reliés à des commandes micro-électroniques, imprimer des formulaires ou des lettres, de même que rédiger ou réviser des rapports ou des notes. Tous les postes de travail seront reliés à des bases de données informatisées, à un centre de reprographie et d'impression, et à un centre de transmission servant à acheminer les conversations, les images et les données vers d'autres bureaux informatisés dans le même immeuble, dans la même ville ou dans une autre région du globe.[18]

Chapitre 3

Les emplois, le travail et le revenu

Les craintes et les espoirs liés à l'automatisation sont nés à l'aube de la révolution industrielle. Aujourd'hui, les émules des luddites craignent de se voir remplacés par des ordinateurs rapides et efficaces. Au début des années 1960, aux États-Unis du moins, la peur de l'automatisation ne s'est calmée qu'avec la publication, en 1966, du rapport de la *United States National Commission on Technology, Automation and Economic Progress*, qui concluait que l'automatisation n'aurait pas d'effets beaucoup plus importants que les autres progrès technologiques survenus depuis le début de la révolution industrielle.[1]

Si les conclusions du rapport de 1960, qui se voulaient quelque peu rassurantes, étaient bien fondées pendant les années 1960 et 1970, deux nouveaux phénomènes sont venus changer la situation au cours des années 1980. D'abord, la croissance économique de la plupart des nations occidentales est devenue irrégulière et difficile à prévoir; on ne peut plus compter sur l'augmentation de la demande pour procurer de nouveaux emplois aux travailleurs mis à pied par la nouvelle technologie. Deuxièmement, l'ère des gros ordinateurs des années 1960 est révolue; la technologie de la puce de silicium se diffuse à un rythme jugé de 7 à 10 fois plus rapide que toute autre technologie antérieure!

Lorsqu'on songe au nombre d'emplois qui seront disponibles dans les années à venir, il faut faire une distinction entre, d'une part, les emplois à court, à moyen et à long terme et, d'autre part, le chômage structurel et le chômage global. Le chômage structurel est imputable aux changements qui surviennent dans un ou plusieurs sous-secteurs industriels, tandis que le chômage global résulte des pertes d'emplois causées par l'automatisation dans tous les secteurs de l'économie. Jusqu'ici, tous s'accordent pour dire que le chômage structurel est une caractéristique des années 1980; quant au chômage global, les opinions sont partagées; les optimistes soutiennent que la nouvelle technologie crée de nouveaux emplois en favorisant la croissance économique alors que les pessimistes prétendent que la nouvelle technologie n'a pas de précédent : l'économie de main-d'oeuvre, de capitaux et d'énergie qu'elle permet est sans pareille. De plus, elle évolue à un rythme foudroyant dans des pays minés par une inflation galopante et des taux de croissance économique nuls. La plupart des observateurs s'entendent cependant sur un point : à court terme, elle engendrera désordre, bouleversement et incertitude parmi les travailleurs.

Il y a trois ans, Gerald Regan, ancien ministre fédéral du Travail, exprimait son inquiétude à l'égard des répercussions de la micro-électronique sur les emplois :

> On ne connaît pas encore l'ampleur de ses effets sur l'emploi, mais une chose est certaine : plusieurs industries devront se plier à de coûteux aménagements. Les résultats d'une enquête de l'OCDE révélant que, même dans l'industrie de l'électronique, très peu de grandes entreprises créeront de nouveaux emplois au cours des prochaines années, sont encore plus inquiétants. On peut en effet se demander d'où viendront les nouveaux emplois dans le secteur manufacturier.[2]

La nouvelle technologie accroît la productivité : un exemple probant, les télécommunications

La nouvelle technologie vise à l'amélioration de la productivité dans tous les secteurs de l'économie à forte concentration de main-d'oeuvre. De l'atelier au bureau, de la direction intermédiaire à la haute direction, l'ordinateur se substitue à l'intelligence humaine et sa mémoire supplante documents, dossiers et notes de service sur papier.

En remplaçant les machines à écrire par des machines de traitement de texte, on augmente la productivité des employés de bureau de 30 à 70 pour cent et l'on réduit ainsi le besoin de main-d'oeuvre. C'est dans la fabrication du matériel de télécommunications et dans l'exploitation du réseau téléphonique que la diminution du personnel causée par les progrès de l'électronique se fait le plus sentir. Ce dernier cas illustre peut-être la façon dont l'automatisation envahira le secteur des services.

Dans l'industrie des télécommunications, l'ordinateur a grandement accru la productivité et réduit la main-d'oeuvre. À l'heure actuelle, les tableaux interurbains sont informatisés, les dispositifs de commutation électronique ont remplacé les dispositifs électromécaniques et les centres à commutation numérique nécessitent moins d'installateurs et de personnel d'entretien. Les nouveaux systèmes informatisés ont déjà réduit le nombre des téléphonistes dans une proportion de 22 à 40 pour cent, par exemple à Vancouver et à New Westminster (Colombie-Britannique). Grâce à ces nouveaux systèmes centralisés, des villes comme Cranbrook et Vernon (Colombie-Britannique), Pembrooke (Ontario) et Sainte-Agathe (Québec) peuvent se dispenser totalement de téléphonistes. On peut imaginer les répercussions qu'entraînent ces fermetures pour les petites villes. La plupart des téléphonistes sont des femmes; les emplois qui leur conviennent dans ces municipalités sont peu nombreux et elles peuvent rarement être mutées dans un centre métropolitain rapproché à

cause de leurs responsabilités familiales. L'informatisation fait plus que menacer leurs emplois : elle les contraint à accélérer le travail, à subir une surveillance plus étroite et à vivre dans un milieu plus contrôlé.[3]

Le système de positions automatisées de téléphonistes, ou TOPS (Traffic Operator Position System), constitue, sur le plan de la productivité du système téléphonique, l'une des améliorations les plus remarquables. Tirant profit du clavier et de l'écran cathodique, il remplace le système manuel d'autrefois. Il prend en charge la durée, la facturation et la surveillance des appels téléphoniques. TOPS fournit aussi à l'opérateur un plus grand nombre de renseignements sur chacun des appels. Selon le type d'appel, l'écran affiche le numéro appelé, le numéro de la carte de crédit ou de la facture, le tarif, le cheminement de l'appel et le numéro de la chambre d'hôtel ou du poste qui doit être facturé. Ces renseignements épargnent du temps et améliorent la productivité de l'employé.

Si l'automatisation a pour but d'accroître la productivité, on peut dire qu'elle y parvient avec succès dans le domaine des télécommunications. Comme le note Wassily Leontief, prix Nobel d'économie :

> Il y a trente ans, il fallait plusieurs milliers de téléphonistes pour acheminer un million d'appels interurbains; dix ans plus tard, il en fallait plusieurs centaines; et maintenant, grâce aux autocommutateurs téléphoniques, quelques dizaines suffisent. La productivité de la main-d'oeuvre, c'est-à-dire le nombre d'appels traités par un téléphoniste, augmente à pas de géant; elle atteindra son plus haut niveau lorsqu'il ne restera qu'un seul téléphoniste et elle sera infinie le jour où ce téléphoniste sera remercié.[4]

Si le système téléphonique représente le modèle par excellence de l'automatisation pour d'autres parties du secteur des services, il faudrait peut-être se poser la question suivante : en visant des taux de productivité toujours plus élevés sans tenir compte des travailleurs délogés et excédentaires et sans se soucier de leur revenu, notre société ne créera-t-elle pas plus de problèmes qu'elle n'en résoudra?

Les femmes seront peut-être plus touchées que les hommes par la technologie de l'information

L'accroissement du nombre de femmes sur le marché du travail est l'un des plus importants phénomènes sociaux qu'ait connu le Canada au cours des 30 dernières années. On s'attend que cette tendance se poursuive, car les conditions sociales entraînent une augmentation du nombre de familles monoparentales, les réalités économiques obligent les deux conjoints à travailler et la modification du train de vie amène

de plus en plus les femmes à rechercher un emploi rémunéré. En 1953, le taux de la participation féminine au marché du travail était de 23 pour cent; en 1979, il avait plus que doublé, s'élevant à 49 pour cent. Au cours des années 1970, le nombre de femmes qui sont entrées sur le marché du travail a augmenté de 62 pour cent. En mai 1980, 4,6 millions de Canadiennes travaillaient ou étaient à la recherche d'un emploi.

Depuis une vingtaine d'années, le nombre d'emplois a augmenté surtout dans le secteur des services, secteur tertiaire de l'économie. Pendant les années 1970 seulement, 85 pour cent des nouveaux emplois créés (2 millions) étaient dans ce secteur, dont la part du marché de l'emploi est passée de 30 à 60 pour cent au Canada. Aussi n'est-il pas étonnant de constater que le développement du secteur tertiaire correspond à l'augmentation du nombre de femmes sur le marché du travail, et que les femmes se retrouvent dans ce secteur plutôt que dans un autre. En mai 1980, les industries productrices de services accaparaient 81 pour cent de la main-d'oeuvre féminine.[5]

Le secteur des services étant l'un de ceux qui sont le plus touchés par l'automatisation, on a de bonnes raisons de croire qu'un grand nombre de travailleurs lui appartenant perdront leurs emplois et que les possibilités d'embauche y seront réduites. Les technologies de l'information envahiront d'abord les secteurs caractérisés par la répétitivité des tâches. C'est le cas du travail de bureau, où la main-d'oeuvre est majoritairement féminine. Il se peut que les femmes ressentent plus durement que les hommes les effets des nouvelles technologies.

Par ailleurs, l'avènement des nouvelles technologies de l'information élargit le fossé entre les employés de bureau et les professionnels vivant de l'information. En effet, ce sont généralement les employés de bureau qui ont le moins de possibilités de bénéficier de congés de perfectionnement ou de formation. Les femmes ont du mal à accroître leur compétences en raison de leurs obligations familiales. En outre, l'arrivée récente des femmes dans les fiefs masculins constitue un phénomène secondaire, par rapport à la forte concentration féminine dans le secteur des emplois de bureau. Ce seront donc les jeunes femmes qui entrent sur le marché du travail et les femmes plus âgées qui y reviennent qui subiront les pires contrecoups du chômage structurel, et cela sans doute pendant longtemps.

L'accroissement de la productivité peut entraîner une diminution de la bureaucratie

Dans une étude sur les effets de la micro-électronique et des ordinateurs sur les emplois municipaux menée dans trois grandes villes ontariennes, on a constaté, outre des gains de productivité, une dimi-

nution substantielle des coûts de certaines activités[6]. Dans les secteurs automatisés, le nombre des employés augmentait d'abord légèrement, pour se maintenir ensuite au même niveau en dépit de l'augmentation assez considérable des tâches. Les services dotés des nouvelles technologies avaient pour règle de déloger les employés municipaux plutôt que de les mettre à pied. Habituellement, les emplois excédentaires s'éliminaient au fur et à mesure de l'attrition ou des mutations latérales. On réduisait le travail en temps supplémentaire, les emplois occasionnels et la sous-traitance, sans avoir à faire de licenciements.

Les répercussions de l'automatisation sur les activités et les compétences des employés différaient d'un département à l'autre, selon la nature de la nouvelle technologie ou son mode d'application. Dans le domaine des opérations financières, la perte des emplois au niveau intermédiaire a accentué l'écart entre le nombre décroissant d'employés de bureau peu spécialisés et le nombre croissant d'employés spécialisés en informatique, en comptabilité et en analyse.

Dans les prochaines années, de plus en plus d'emplois à l'échelon municipal devraient être transformés, sous l'influence des technologies de l'information. Par ailleurs, on prévoit que presque tous les emplois dans les domaines du travail de bureau et de secrétariat, de l'inspection des bâtiments, du dessin industriel et de la protection contre les incendies deviendront des utilisateurs autant que des bénéficiaires de l'informatique, fondée sur la micro-électronique et l'ordinateur. Il est peu probable que ces nouvelles applications, tout comme celles qui les ont précédées, entraîneront la perte directe d'un grand nombre d'emplois dans les administrations municipales; quant aux possibilités de pertes indirectes d'emplois et au manque de débouchés, il s'agit là d'une tout autre question. Il est presque universellement admis qu'à défaut des techniques de l'information, il aurait fallu créer beaucoup plus d'emplois municipaux, seulement pour répondre à l'augmentation des besoins.

Des gagnants et des perdants

L'avènement des nouvelles technologies entraînera la perte de nombreux emplois, mais en même temps, elle en créera de nouveaux. Ceux-ci ne pourront toutefois être occupés par les travailleurs délogés en raison des compétences qu'ils exigeront. Par exemple, dans l'atelier d'un journal, l'effectif d'une équipe est passé de 52 à 29 employés suite à l'adoption de la composition par ordinateur : douze typographes ont été remplacés par cinq unités d'affichage, dix correcteurs par cinq postes d'opérateur de terminal, et seulement sept des quinze employés affectés à la mise en page sont actuellement nécessaires.[7] Les

emplois de compositeurs, correcteurs et monteurs, qui sont très spécialisés et bien rémunérés, ont été remplacés par des postes d'opérateurs de terminal n'exigeant que des connaissances élémentaires en dactylographie. Une étude effectuée par MacKintosh Consultants Limited., de Grande-Bretagne, et Pragnos, AG, de Bâle, en Suisse, prévoit que dans les années 1980, en Allemagne de l'Ouest, les technologies de l'information élimineront 1,8 million d'emplois non spécialisés et en créeront 1,9 million à caractère très spécialisé.[8]

Selon certains observateurs, les mutations que subissent présentement les États de la Nouvelle-Angleterre pourraient bien se produire dans tous les pays industrialisés. La base industrielle vieillissante de ces États s'est détériorée à un point tel qu'en 1975, le chômage s'élevait à 10,2 pour cent, soit le taux le plus élevé aux États-Unis. Mais l'année 1975 a marqué un point tournant. Attirées principalement par la proximité d'universités prestigieuses, les entreprises de haute technologie ont commencé à affluer dans la région, entraînant à leur suite des travailleurs spécialisés, entre autres des experts-conseils en gestion, des ingénieurs, des architectes et des comptables. La présence de ces professionnels et hauts salariés a permis de relancer le commerce au détail et d'autres services.

Mais qu'est-il advenu des ouvriers des vieilles industries? Barry Bluestone, directeur du ***Social Welfare Research Institute*** du ***Boston College***, a analysé les données de la Sécurité sociale sur les 674 000 ouvriers délogés des anciennes usines de la région depuis 1958. Ses recherches ont révélé qu'en 1975, seulement 20 000 d'entre eux travaillaient dans des entreprises de haute technologie, alors que plus de 100 000 occupaient des emplois peu rémunérés du commerce et des services. En outre, ajoute M. Bluestone, «un nombre considérable» d'ouvriers ont quitté le marché du travail ou ont accepté des emplois non couverts par la Sécurité sociale. L'étude concluait notamment que «si l'on perdait son emploi à cause de la «désindustrialisation», on avait tendance à descendre plutôt qu'à gravir les échelons de la hiérarchie[9].»

Des débouchés s'offrent dans tous les domaines relatifs à la conception et à l'utilisation des ordinateurs. Pour l'élaboration du matériel, il faudra des ingénieurs en électricité, qui concevront les «puces» et en détermineront les usages, et la conception des logiciels demandera des spécialistes des dispositifs de commande et de production et des autres systèmes mécaniques[10]. Des experts en traitement des données, en logiciel, en systèmes et en logique seront nécessaires. Il suffit de consulter les offres d'emplois de n'importe quel grand journal canadien pour avoir une idée des compétences qu'exige une société de l'information : ingénieurs spécialisés en traitement électronique (dessin de microplaquettes); ingénieurs spécialisés en applications

(possédant des connaissances pluridisciplinaires acquises habituellement dans un milieu industriel); techniciens d'essais électroniques (essais finals des produits au cours desquels sont incorporés des éléments micro-électroniques); techniciens de service et d'entretien électronique; ingénieurs spécialisés en matériel/logiciel (applications très poussées comprenant la conception d'ordinateurs et de logiciels); ingénieurs spécialisés en commandes (création d'appareils qui régissent les applications des opérations de production en continu).

Les nouvelles technologies modifient la qualité et la quantité des tâches

Deux grands changements sont déjà amorcés : la déqualification et la croissance sans création d'emploi. Plus la machine est «intelligente», moins son fonctionnement exige de compétence. En outre, grâce aux techniques de production modulaire à circuits intégrés, l'entretien d'une machine nécessite moins de connaissances. Si une pièce est défectueuse, il suffit souvent d'en changer un module. La société Western Electric évalue à 75 pour cent la diminution de la demande en techniciens d'entretien, de réparation et d'installation par suite de l'apparition des communications électroniques, diminution qui se fera sentir davantage en raison de l'utilisation croissante des satellites de communications dans les années 1980.[11]

La tendance vers la déqualification crée un double mode de répartition des compétences sur le marché du travail. En d'autres mots, l'intelligence artificielle entraîne, dans les secteurs manufacturier et des services, une division de la main-d'oeuvre en une catégorie d'ouvriers hautement spécialisés et une autre d'ouvriers sans compétences particulières, et élimine ainsi toute une gamme de compétences intermédiaires offrant des possibilités de promotion. Cette tendance ne se limitera pas aux ouvriers syndiqués; elle touchera aussi les cadres intermédiaires. Un participant à un atelier convoqué par le Conseil des sciences racontait l'anecdote suivante :

> Le directeur d'une succursale de banque canadienne disait que le vice-président régional pouvait obtenir, à n'importe quel moment de la journée, seulement en pressant des boutons, des renseignements précis sur la situation de sa succursale. Son écran lui communique en effet l'état des dépôts et des retraits, des remboursements, des prêts en souffrance, en somme tous les renseignements versés à la banque centrale de données. «Dans ce cas, lui ai-je demandé, quel est votre rôle à titre de directeur?». Ce à quoi il m'a répondu : «J'aimerais bien le savoir»[12].

La technologie de l'information permet de centraliser l'information et de changer la direction du processus décisionnel. Dans le cas cité, par exemple, l'autorité du directeur de succursale, gestionnaire intermédiaire, a été considérablement affaiblie par l'informatique.

Dans le domaine de l'aviation, le Boeing 747, appareil valant des millions de dollars, présente une situation analogue. Dans la cabine de pilotage se trouve le personnel spécialisé : le pilote, le co-pilote et le navigateur; et dans la section des passagers se trouvent les agents de bord. Ces derniers, bien qu'ils soient au service de la même compagnie aérienne, ne pourront jamais accéder au rang de pilote, à moins de quitter leur occupation et, si possible, de se recycler en vue d'assumer ces fonctions, qui sont plus spécialisées et mieux rémunérées. Il est à prévoir qu'au Canada la courbe des compétences sociales aura tendance à suivre le modèle du personnel de l'avion. L'ouvrier semi-spécialisé sera de moins en moins en demande. Mais en polarisant ainsi les compétences, on limite les possibilités d'avancement, fait inquiétant car cette barrière (réelle ou perçue) à la mobilité ascendante pourrait créer de nouvelles divisions de classe et engendrer des conflits et des tensions dans la société informatisée de l'avenir.

Les économies de main-d'oeuvre réalisées grâce aux nouvelles technologies ne se feront pas sentir immédiatement, car la plupart des entreprises et des organismes gouvernementaux enregistrent des augmentations de rendement sans embaucher de nouveaux employés. En accroissant la productivité sans créer d'emplois, la technologie informatique, adoptée progressivement, permet d'éliminer naturellement des emplois excédentaires.

Aux États-Unis, on prévoit que quelque 45 millions d'emplois seront touchés par les technologies de l'information. Une étude prévoit qu'avant l'an 2000 il y aura « . . . une restructuration profonde du travail, y compris une dévaluation des compétences professionnelles courantes et la création de nouveaux domaines de travail, à un rythme accéléré. La plupart des emplois seront donc modifiés dans leur essence même et les travailleurs devront tant bien que mal s'adapter à ces bouleversements.» L'ouvrage cite une étude effectuée par l'université Carnegie-Mellon et laissant supposer que les robots actuels pourraient absorber sept millions d'emplois d'usine. Le syndicat des travailleurs unis de l'automobile prévoit que le nombre de ses membres diminuera, passant d'un million à 800 000 entre 1978 et 1990, même si les ventes d'automobiles devraient augmenter de 1,8 pour cent annuellement.[13]

Les mises à pied imputables à la récession économique n'ont pas le même effet psychologique que celles qu'entraînent des emplois excédentaires. Dans le premier cas, elles sont perçues comme étant le produit d'une force extérieure touchant la société tout entière et sur

laquelle les travailleurs n'ont pratiquement aucun pouvoir. Dans le cas des emplois excédentaires, l'employé éprouve un sentiment d'aliénation et sent que sa contribution à l'entreprise est négligeable, puisqu'il peut être si facilement remplacé par une machine. Blessé dans son amour-propre, et réalisant soudainement que ses compétences ne sont plus nécessaires ou désirables, il peut connaître de profondes tensions psychologiques.[14]

Des articles de grandes revues d'affaires prétendent que même dans l'éventualité d'une relance économique vigoureuse, le chomâge persisterait. Engagées dans la course à l'automatisation, les entreprises investiront leurs profits dans l'achat d'équipement plutôt que dans l'embauche de nouveaux effectifs. D'après un sondage récent effectué par le ***Management Centre Europe*** (MCE), groupe d'experts-conseils ayant son siège social à Bruxelles, environ 33 pour cent des 1000 sociétés manufacturières européennes visées ont révélé que, même si leur croissance se maintenait, elles ne créeraient pas de postes, et 30 pour cent ont déclaré qu'elles continueraient à supprimer des emplois, dans la mesure du possible.[15]

La tendance vers l'automatisation, combinée à la réduction permanente des emplois dans le secteur de la métallurgie de base et de transformation, du matériel de transport, de la machinerie non électrique et des textiles, laissent entrevoir que le chomâge chez les ouvriers non spécialisés persistera. Aux États-Unis, par exemple, les emplois industriels ont diminué de plus de trois millions depuis le niveau record de juin 1979. Le gros de cette baisse touchait des emplois manuels : dans les usines, un emploi sur cinq a été éliminé depuis juin 1979. Selon la revue ***Fortune***, un grand nombre de ces emplois ont disparu à jamais.

> Aux États-Unis, on constate que les compétences disponibles ne correspondent pas à celles qui sont en demande sur le marché. Les emplois manuels n'augmenteront que légèrement pendant les années qui viennent tandis que la demande, soit de main-d'oeuvre de service peu rémunérée, soit de personnel très spécialisé, sera très forte. Par exemple, le monde de la finance a créé plus de 100 000 postes de gestion au cours des 18 derniers mois tout en supprimant des emplois de commis et de caissiers : ce qui constitue en somme un pas vers le chômage structurel![16]

Des questions cruciales : le travail et le revenu

L'avenir des emplois et du travail dans la société de l'information soulève de nombreux débats. Certaines des tendances déjà mentionnées sont nettes alors que d'autres, venant tout juste de poindre, sont imprécises. Les nouvelles technologies modifieront la nature, le milieu et

l'importance du travail dans la société. Pour un grand nombre de gens, le bureau doté de moyens de communications hautement perfectionnés deviendra graduellement un concept plutôt qu'un endroit réservé au travail de 9 à 5. Tout lieu pourvu d'un téléphone pourra faire fonction de «bureau». À l'aide de terminaux portatifs intelligents, n'importe qui pourra envoyer des notes de service ou du courrier, transmettre et recevoir des messages, écrire et classer des rapports en tout temps, à partir de n'importe lequel des 400 millions de téléphones réparties sur la planète. Le travail à la maison et les téléconférences s'accroîtront sans doute, surtout si le coût des combustibles continue d'augmenter. La croissance des coûts énergétiques et la diminution des frais de télécommunications inciteront le particulier et l'entreprise à substituer les communications aux voyages et aux déplacements journaliers.

Cependant, l'incidence des nouvelles technologies sur la quantité de travail qui sera disponible demeure hypothétique. Il semble qu'à long terme la semaine de travail, après être demeurée à 40 heures pendant toute une décennie, aura tendance à raccourcir. Peut-être essaiera-t-on de répartir le travail disponible parmi les employés en place, afin que ceux-ci puissent jouir d'un meilleur salaire et d'une semaine de travail réduite. Grâce à une productivité accrue, les entreprises élargiront leurs profits, une part de ceux-ci passant aux employés sous forme d'avantages et de salaires.

La notion même de travail pourrait prendre un nouveau sens. Au cours des siècles, le travail a évolué et, d'une activité indispensable servant à transformer les richesses naturelles en biens utilisables, il est devenu un mécanisme de distribution du revenu. Aujourd'hui, les notions d'amour-propre, d'identité, de valeur personnelle et de travail s'entremêlent. Si certains des événements envisagés ici se concrétisent, le besoin de main-d'oeuvre sur le marché du travail sera amoindri. Aussi faudra-t-il concevoir de nouvelles formes de programmes de création directe d'emplois non rémunérés. Des gouvernements avisés devront étudier et mettre à l'essai le revenu annuel garanti, les programmes d'emploi directs non rémunérés et d'autres formules innovatrices de répartition du revenu. Quoi qu'il en soit, il semble que pour un grand nombre, les revenus essentiels ne proviendront plus d'un emploi. De quelle façon notre tendance à définir les gens en fonction de leur travail se répercutera-t-elle sur ceux qui ne «feront» plus rien?

Faut-il vraiment travailler?

Les spécialistes du domaine du loisir considèrent comme bénéfique la tendance à long terme du travail. À leur avis, il est temps de préparer

la transition vers la société postindustrielle. Selon John Farina, professeur à la Faculté des sciences sociales de l'université Wilfrid Laurier à Waterloo (Ontario) : «L'homme a inventé des machines pour se dispenser de travailler. Cela a tellement bien marché qu'il y a aujourd'hui un million et demi de chômeurs. Mais, au lieu de nous en réjouir, nous nous en mordons les doigts. Voilà qui est tout à fait illogique!» Le problème, dit Farina, est que « . . . nous tentons d'aborder la société postindustrielle en nous basant sur les valeurs et l'éthique de la société industrielle. Naturellement, ça ne marche pas.[17]»

Il faut se souvenir que le plein emploi est un objectif politique et qu'en théorie, il n'est pas économiquement nécessaire que toute la main-d'oeuvre disponible soit utilisée. En fait, la notion voulant que le plein emploi soit un idéal est passablement récente dans les sociétés industrialisées. C'est en 1945, dans le Livre blanc britannique, que pour la première fois dans l'histoire moderne, un gouvernement s'est déclaré responsable d'assurer le plein emploi, au lendemain de la guerre. Aux États-Unis, par la ***Employment Act*** de 1946, le gouvernement s'engageait à maintenir l'emploi à un niveau «maximum». Il se peut que ces idéaux politiques de l'ère industrielle, qui constituaient en grande partie une réaction aux années 1930, n'aient plus leur raison d'être. C'est le revenu et non l'emploi qui sera la question clé des années 1980 et suivantes.

Toute ère de changement s'accompagne de prévisions : la croissance économique est terminée; la perspicacité et le goût du risque amèneront une forme de prospérité jamais imaginée, etc. John Maynard Keynes a étudié ces questions dans son essai intitulé ***Economic Possibilities For Our Grandchildren***, paru en 1930 et publié par la suite dans ***Essays in Persuasion***. Dans ses pronostics, il présente des situations très semblables à celles que nous vivons actuellement. En 1930, le monde occidental était, comme aujourd'hui, en transition. Il passait d'une forme d'économie et de gestion économique à une autre.

> Nous souffrons non pas des rhumatismes de la vieillesse, mais plutôt des douleurs provoquées par une croissance et des changements trop brusques, et par l'adaptation au passage d'une conjoncture économique à une autre. Nous avons accru notre efficacité technique si rapidement que nous n'avons pas eu le temps de résoudre le problème de l'excédent de main-d'oeuvre; les conditions de vie se sont améliorées un peu trop vite; le système bancaire et monétaire mondial a empêché les taux d'intérêt de baisser assez vite pour rétablir l'équilibre.[18]

Dans son essai, Keynes se penche sur l'évolution des économies modernes et les augmentations de productivité considérables qui ont accompagné les progrès techniques :

> D'ici à peu près un demi-siècle, c'est-à-dire pendant la durée de notre vie, nous serons peut-être en mesure d'accomplir toutes les tâches agricoles, minières et manufacturières en n'utilisant que le quart de l'effort humain auquel nous sommes habitués.[19]

Keynes soutient que l'augmentation de la productivité entraînera le «chômage technologique» qui, selon sa définition, survient lorsqu'on découvre des moyens permettant d'économiser la main-d'oeuvre avant d'avoir préparé de nouvelles occupations pour cette main-d'oeuvre.[20]

Mais il considère que cette situation est temporaire et ne durera que le temps d'effectuer la transition vers une nouvelle étape sociale, où le problème économique se règlera :

> J'en conclus que, s'il n'y a pas de guerre d'envergure ni de croissance démographique importante, on pourra régler le *problème économique*, ou du moins y entrevoir une solution d'ici une centaine d'années. C'est donc dire que, si l'on songe à l'avenir, l'économie n'est pas *le problème permanent de la race humaine*.[21]

Keynes parle ensuite du profond bouleversement que connaîtra la société occidentale une fois que les règles de base qui la régissent depuis si longtemps auront été si radicalement transformées. Selon lui, notre société pourrait être dans un état analogue à la dépression nerveuse. Comment, en effet, vivre sans se guider sur la structure et les règles qu'impose le besoin de gagner sa vie?

> J'envisage avec appréhension la période d'adaptation que devra traverser la personne moyenne : en l'espace de quelques décennies, elle devra abandonner des habitudes et des instincts ancrés en elle depuis des siècles . . . Ceux qui travaillent à la sueur de leur front idéalisent les temps libres; mais comment les meubleront-ils?[22]

En 1930, Keynes prévoyait qu'en moins de 100 ans le problème économique serait résolu. Nous avons déjà fait plus de la moitié du chemin. La société de l'information marquera-t-elle une nouvelle ère où nous n'aurons plus besoin de produire des biens commerciaux? On répète sans cesse que notre société est «riche en produits de base mais pauvre en information» : est-ce à dire que la conjoncture économique pourrait être rétablie aujourd'hui même, mais qu'on ne prend pas les bons moyens pour y arriver, et que les institutions se refusent à faire face au changement?

Et que dire du travail? De nos jours, le partage des tâches, la semaine de travail écourtée et le congé sabbatique font l'objet de nombreuses discussions. En 1930, Keynes précisait que, dans la nouvelle société, on continuerait de vouloir travailler :

> Nous consacrons plus de temps à nous-mêmes, encore plus que les riches d'aujourd'hui; cependant, nous serons bien contents d'avoir encore quelques petites tâches et obligations quotidiennes. Mais, qui plus est, nous nous appliquerons à «étirer» le travail disponible, c'est-à-dire à le répartir parmi le plus grand nombre possible de gens. En travaillant trois heures par jour, pour un total de quinze heures par semaine, nous pourrions mettre le problème en veilleuse pendant longtemps.[23]

Pour Keynes, un tel bouleversement doit s'accompagner d'une modification profonde des valeurs. Au sujet de la soif de richesse qui obsède l'être humain, il dit :

> L'amour de l'argent pour l'argent, par opposition à l'amour de l'argent pour jouir des douceurs de la vie, sera reconnu pour ce qu'il est, et considéré comme une maladie, une tendance mi-criminelle, mi-pathologique, qu'il faut faire soigner par un psychiatre.[24]

Il faut s'attarder aux paroles de Keynes, car les écrits et les idées de cet économiste constituent peut-être le fondement du système économique actuel. Cinquante ans plus tard, ses idées sont encore d'actualité et pourraient faire l'objet d'articles du *Futurist*.

> Ainsi, nous reviendrons sans doute librement à quelques-uns des principes les plus sûrs et les plus inébranlables de la religion et de la morale traditionnelle : l'avarice est un vice, les pratiques usurières, un délit, et l'amour de l'argent, une tare; enfin, la vertu et la sagesse sont le lot de ceux qui ne se préoccupent pas du lendemain. De nouveau, nous placerons la fin au-dessus des moyens et préférerons le bon à l'utile.
>
> ... Mais attention! ce temps-là n'est pas encore arrivé. Pendant au moins cent ans encore, nous devrons supposer, pour nous-mêmes et pour les autres, que ce qui est bon est mauvais et que ce qui est mauvais est bon, car ce qui est mauvais est utile et ce qui est bon ne l'est pas. Laissons l'avarice, l'usure et la prudence nous guider encore un peu; elles seules pourront nous conduire hors du tunnel de la nécessité économique.[25]

En 1930, Keynes croyait que le changement était déjà amorcé.

> Bien entendu, tout cela se fait graduellement, autrement ce serait une catastrophe. En fait, c'est déjà commencé. De plus en plus de catégories et de groupes sociaux n'auront pratiquement plus à se soucier du lendemain. On aura franchi le seuil critique lorsque cet état de choses prévaudra à un point tel qu'il changera la nature des devoirs envers le prochain. En effet, si la poursuite d'un but économique n'a plus de raison d'être en elle-même, elle demeurera valable à des fins collectives.[26]

Un revenu pour ceux qui n'ont plus besoin de travailler

En 1982, dans le numéro de septembre de la revue *Scientific American*, Wassily Leontief posait les jalons de certains des changements annoncés par Keynes cinquante ans auparavant. Il faisait remarquer que, dans le passé, la main-d'oeuvre remplacée par des machines à haut rendement avait toujours fini par se trouver du travail ailleurs; de nos jours, il semble que la technologie de l'information modifie les perspectives de l'emploi :

> On constate aujourd'hui qu'on ne pourra plus se fier à l'expérience passée pour s'adapter aux progrès technologiques à venir. Avec l'avènement des circuits intégrés, les machines qui avaient remplacé la force musculaire dans la production des biens sont à leur tour supplantées par des machines qui exécutent les fonctions de l'intelligence humaine, non seulement dans les industries de production mais aussi dans celles des services ... La relation entre l'homme et la machine est bouleversée.[27]

Le message de Leontief est clair : pour que l'économie fonctionne bien, il faut que le travail qui n'est pas fait par les machines, aussi bien que le revenu qui s'y rattache, soient partagés. Si l'on veut implanter les nouvelles technologies avec succès, il faut d'abord réduire la semaine de travail.

Au cours de la transition vers une économie de l'information, les rôles de toutes les institutions et activités sociales sont transformés. Le lien entre le travail et le revenu, qui avait un sens à une époque de rareté matérielle, entraîne maintenant l'inégalité sociale et risque, à la limite, de saper les fondements mêmes de l'économie. Dans une société où l'automatisation de la production et des services prédomine, les employés délogés ne peuvent acheter de produits. Il en résulte donc chez eux un sentiment d'infériorité et, au niveau collectif, une baisse générale de la demande risquant de déclencher une récession ou une dépression économique qui aurait de graves répercussions sociales. En d'autres mots, dans une société postindustrielle, il vaut mieux consommer plutôt que de produire des biens.

Ce qu'il faut, c'est une mutation institutionnelle aussi profonde que la révolution technologique qui a marqué les dernières décennies. Au cours des années qui viennent, on devra recourir à des mécanismes déjà connus ou inventer de nouvelles formules pour répartir les revenus. Nombre de projets de création d'emplois ne sont guère plus que des mécanismes coûteux de distribution d'argent. C'est le cas des subventions accordées à une usine qui ferme ses portes quelques années plus tard et dont les ouvriers redeviennent des chômeurs ou des assistés sociaux. Il faudra faire preuve d'imagination pour répartir le pouvoir d'achat sans alourdir les coûts de l'infrastructure sociale,

sans bâtir des usines à forte concentration de capital ou de nouveaux immeubles à bureaux. La solution la plus efficace, du point de vue social, serait probablement d'élaborer des politiques permettant aux gens de demeurer dans leur région ou dans leur collectivité sans que leur niveau de vie diminue.

Il se pourrait que les changements économiques nécessaires soient des plus faciles à réaliser. Le plus difficile consiste à :

- passer d'un système éducationnel qui enseigne à gagner sa vie à un système où l'important est de savoir comment faire face à la vie;
- modifier les valeurs et les attitudes qui sous-tendent et favorisent l'éthique professionnelle;
- remplacer la croyance selon laquelle le travail rémunéré est plus important que l'oeuvre communautaire bénévole ou le travail à la maison.

La transition vers une société de l'information a lancé un débat sur le rôle du travail, des loisirs et de l'éducation dans la société[28]. Ce débat porte à la fois sur les changements en cours et sur l'ampleur des progrès sociaux qu'il reste à accomplir et à comprendre.[29]

La technologie de l'information crée une économie de l'information

Au début des années 1970, on a assisté à un débat sur le rôle de la croissance matérielle (combien, pour combien de temps?). L'ouvrage de Charles Reich *The Greening of America*, *The Limits to Growth* par le Club de Rome et, plus près de nous, le rapport n° 27 du Conseil des sciences, *Le Canada, société de conservation : les aléas des ressources et la nécessité de technologies inédites*, étudiaient la question des limites de la production matérielle. Avec l'avènement des technologies de l'information et les possibilités qu'elles offrent d'épargner énergie, travail et capital, d'autres opinions sont formulées quant à l'éventualité d'un problème ou de l'abondance matérielle.

> Maintenant que l'industrie mécanique a atteint la limite de sa croissance et de ses possibilités de création de richesses, que la plupart d'entre nous abandonnons la salopette et manipulons des renseignements plutôt que des outils, que la croissance repose sur les ressources et la haute technologie et que nous sommes entrés dans l'ère de l'information, dominée par le commerce de l'information, il est de plus en plus difficile, coûteux et impensable de communiquer des renseignements . . . car, comme de plus en plus d'entre nous gagnent notre vie par l'information, nous devons nous attendre à payer celle-ci, en argent, en temps ou les deux à la fois. Et si nous devons payer pour l'obtenir, . . . de préférence nous achèterons ce qu'il y a de mieux au monde, l'information étant diversifiée et facilement accessible. Nous n'avons pas de temps à perdre et après tout, comme le veut l'expression populaire, nous le méritons bien![30]

Dans cette ère où l'information représente le pouvoir, l'argent ou le contrôle, il sera de plus en plus logique d'en faire payer l'utilisation. Au début du XX[e] siècle, lorsque les biens étaient rares, le gouvernement a fait en sorte que tous les citoyens puissent avoir un accès égal et gratuit à l'information, grâce aux bibliothèques publiques. Mais à l'avenir, la situation pourrait bien être renversée! Les réserves de biens (réels ou potentiels) seront considérables et l'on pourra les «donner», sous forme de coupons alimentaires, par exemple. Une banque américaine donne déjà des terminaux vidéotex aux abonnés de son service électronique de virement de fonds. Nous entrons dans une ère d'ordinateurs jetables. Désormais, la véritable source de valeur résidera dans le choix et l'efficacité de la présentation et de la distribution de l'information. L'information, seule ou assortie à un service ou à un bien, sera le nouveau produit de l'économie de l'information.

L'économiste japonais Funai Yukio résume ainsi le problème :

> Notre ère est marquée par une surabondance de biens. Peut-être pourrait-on forcer le marché à absorber encore plus de produits pendant quelques années encore, si l'on faisait l'effort nécessaire, mais d'ici 10 à 20 ans, les milieux industriels devront vraisemblablement repenser leurs stratégies, même au risque de subir des pertes financières pendant la période de transition. En ce qui concerne la consommation matérielle, l'économie japonaise a atteint sa maturité. On peut dire qu'elle a atteint un stade de maturité avancée, voire même de déclin. Le matérialisme n'intéresse plus la société; celle-ci semble plutôt se tourner vers une orientation culturelle . . .
>
> À la lumière de ces faits, je pense que les consommateurs se disent : «Nous avons suffisamment de biens de consommation courants.» En clair, les entreprises commerciales devront se rendre compte qu'il sera de plus en plus difficile de convaincre les consommateurs d'acheter. Si elles se comportent comme s'il s'agissait d'un phénomène purement temporaire, qu'elles se refusent à rejeter les pratiques traditionnelles, et qu'elles s'accrochent à l'idée de production en série, de ventes colossales et de consommation de masse, elles aboutiront à un cul-de-sac.
>
> Les attitudes changent. Elle tire à sa fin l'époque de production et de consommation intenses où l'on encourageait le gaspillage matériel afin de soutenir l'économie. Une nouvelle ère commence : finis le matérialisme, les visions grandioses, la priorité à l'industrie. Désormais, ce seront les valeurs spirituelles plutôt que matérielles qui prédomineront, et l'économie devra être réévaluée en fonction des services qu'elle fournit.[31]

Chapitre 4

Nouvelles industries, nouveaux emplois, nouvelles méthodes

> Il y a peut-être sept millions d'employés qui passent leur journée de travail devant un écran de télévision. Ils ne regardent pas un quelconque feuilleton mais lisent plutôt le texte produit par un ordinateur. Il s'agit d'employés de compagnies aériennes, d'agents de voyages, de courtiers, de journalistes, de rédacteurs, de préposés aux achats par catalogue et de représentants de services à la clientèle (compagnies de téléphone, services publics et autres types de sociétés). Font partie de ces sept millions d'employés des secrétaires et un nombre, petit mais sans cesse croissant, de cadres. De toute évidence, ils ont des tâches et des responsabilités différentes, mais ils ont tous un point commun : ils utilisent de plus en plus l'ordinateur pour mettre en mémoire et recouvrer des informations. Au lieu de recourir aux services d'un informaticien comme intermédiaire, comme ils l'auraient fait il y a quelques années à peine, ils dialoguent directement avec l'ordinateur. En d'autres termes, le gros de ce qu'ils lisent apparaît au terminal à écran de visualisation plutôt que sur papier.[1]

Tout est nouveau : l'équipement, le logiciel, les contenus, les compétences, les emplois et les industries. L'ère de l'automobile a créé directement des emplois mais elle a également entraîné la création de nouvelles entreprises : centres commerciaux, développement des banlieues, stations-services, construction et entretien de routes, etc. De même, les technologies de l'information ont créé des emplois dans le secteur des micro-ordinateurs et permis aux producteurs de programmes intéressants, éducatifs et divertissants de faire fortune. En 1981, les Américains ont dépensé plus de huit milliards $ pour les vidéojeux, soit un montant plus élevé que la somme des recettes des salles de cinéma et du produit de la vente de disques.

Les technologies de l'information rendent maintenant possible la commercialisation du contenu, qui deviendra de plus en plus un article commercialisable. Par contenu, on entend le vaste éventail d'idées, d'expériences, de concepts, de rapports, d'instructions et de recettes que produit une société. Les méthodes les plus utilisées pour la transmission du contenu sont l'écriture, la parole et la photographie. Grâce aux technologies de l'information, le contenu peut être mémorisé et extrait à l'aide d'un dispositif numérique, et transmis n'importe où dans le monde.

Les satellites éliminent les problèmes créés par l'éloignement et changent radicalement le coût de la transmission de l'information. Les réseaux électroniques permettent d'éliminer les contraintes liées

au facteur temps. La mémoire électronique réduit considérablement les frais de mémorisation. Le coût du traitement, de la mise en mémoire, de la présentation, de la mise en forme et de la transmission du contenu ne cesse de décroître. Il est maintenant possible de préparer l'information en fonction des besoins individuels de chaque client. De même, un article pourrait être vendu parce que, selon les informations concernant un particulier versées dans une banque de données et transmises à une autre banque de données, le particulier en question pourrait acheter le bien ou le service offert. Dans ce cas, le service ou l'article est «inclus» dans un autre service grâce aux technologies de l'information.

Ainsi, il est faux de croire que l'information est un bien superflu et que la véritable mission de l'économie est et continuera d'être la fourniture d'aliments, de vêtements et de logements. On aurait également tort de penser que les services sont des éléments de deuxième ordre dont l'existence et la valeur dépendent du commerce des marchandises «réelles».

L'information, la principale marchandise dans une économie de l'information

Le secteur de l'information constituera le principal élément du produit national brut du Canada, et la vente des biens en dépendra étroitement. L'industrie des biens reposera probablement davantage sur l'information, et non le contraire. L'utilisation des téléviseurs, des téléphones, des ordinateurs, des satellites de communication, des réseaux à micro-ondes, des machines à écrire, etc. dépend déjà du contenu produit par les activités d'information. À l'opposé des maisons, des chaussures et des beignets, ce matériel est inutile en soi.

> Il n'est pas difficile de trouver plusieurs secteurs importants de l'information qui deviendront des piliers de l'économie. Le secteur des divertissements, qui est déjà important, et les médias sont des candidats tout indiqués. Mentionnons également l'éducation, depuis l'école maternelle jusqu'à l'université, y compris la formation, le recyclage et, maintenant, l'épanouissement de la personne. Les communications, depuis le courrier et le téléphone jusqu'aux vidéoconférences et aux ondes automatisées Delphi, sont en plein essor. La comptabilité, les statistiques relatives aux affaires et à l'économie, les renseignements sur le marché et toutes sortes de dossiers gouvernementaux constituent maintenant un important secteur d'activité qui ne cesse de prendre de l'ampleur.[2]

Le classement et l'interprétation de catégories spéciales d'information sont des tâches inhérentes à presque toutes les professions. Que fait l'avocat, le médecin ou l'ingénieur, si ce n'est d'organiser de l'in-

formation? En ce sens, la gestion est également une tâche spécialisée. Dans le secteur des services, le travail de la plupart des employés se rapporte surtout à l'information.

L'information est la matière première de la nouvelle économie.[3] Une économie de l'information est donc une économie où l'information est le principal facteur responsable de la croissance et du développement. Elle est indispensable au secteur industriel, aux services et au gouvernement. La recherche d'informations, la communication, l'évaluation et la prise de décisions sont devenues des activités prédominantes. Dans l'industrie, le besoin de savoir est à l'origine de la recherche des informations sur lesquelles se fondent toutes les décisions concernant les affaires. Les sociétés évoluent lentement vers une sorte de système d'apprentissage structuré riche en informations qui transforme les données provenant de diverses sources en une base de connaissances de première importance sur laquelle elles s'appuient. L'information est un bien de consommation utilisé par le monde des affaires et, sous une forme différente, par les ménages.

«C'est se tromper du tout au tout que de dire que notre secteur utilise le papier, l'encre et la machine à écrire. Les idées et les informations constituent notre activité réelle». Propos d'un futuriste? Peut-être. C'est pourtant ce qu'a affirmé dans son aperçu stratégique M. Bradford Wiley, président de la société John Wiley & Sons, l'une des plus vieilles maisons d'édition de New York qui a publié, au XIX^{e} siècle, Herman Melville, Nathaniel Hawthorne et Edgar Allan Poe, de même que la plupart des premières éditions américaines de John Ruskin. Wiley ajoute : «Jusqu'à présent, notre moyen de communication est le livre relié; demain, il faudra également ajouter les banques de données informatisées et les vidéodisques[4].»

L'économie de l'information donne une valeur à toutes sortes de contenus. Le contenu est transformé en marchandise, puis vendu. Qu'il s'agisse d'un film pornographique sur un canal de câblodistribution, d'une excursion à pied à Paris sur vidéodisque ou d'une carte météorologique par satellite, l'information a une valeur aux yeux de quelqu'un et peut être vendue. Des profits seront faits. Des emplois seront créés. Des taxes seront payées. L'activité économique se poursuit, mais sous une forme différente et à un rythme différent.

L'information est précieuse à bien des égards. Elle a une valeur pour l'industrie qui dicte les modes et façonne l'opinion publique. Les partis politiques dépensent eux aussi de fortes sommes d'argent pour recueillir des informations. De même, l'information a une valeur en soi et peut être commercialisée. Par exemple, les cours payants offerts aux étudiants qui préparent leur examen d'admission à l'université ont une valeur inhérente qui n'est pas liée à des objets matériels. Ce genre d'information est devenue une marchandise à la mode.

L'information est également précieuse parce qu'elle permet une meilleure utilisation du temps. L'exemple donné ci-après illustre bien la «productivité de l'information» :

> En appartenant à un réseau donné, les consommateurs seront en mesure d'atteindre le même degré d'efficacité, dans l'utilisation du temps, que celui obtenu à l'heure actuelle par les cadres des grosses sociétés. Supposons que vous ayez trois heures libres et que vous vouliez les passer à faire vos courses, à déjeuner ou à vous distraire. Pour connaître les possibilités, vous appelez le centre d'information par l'intermédiaire de votre terminal et vous obtenez ainsi les renseignements sur la façon d'utiliser ce temps le plus efficacement possible — les magasins à fréquenter, les restaurants où vous pouvez manger ou les films à voir. Après que vous aurez fait votre choix, le centre d'information prendra toutes les dispositions nécessaires, soit appeller un taxi, réserver une table ou obtenir un billet de cinéma après avoir vérifié s'il reste encore des places.[5]

En effet, grâce à un tel service, tout le monde pourrait avoir son propre valet. Les gens communiqueraient à l'ordinateur ce qui les intéresse, introduiraient le numéro de leur carte de crédit et régleraient la facture, et ils ne leur resterait plus qu'à se divertir. De la science fiction? Selon le professeur Yukio, ce genre de service est maintenant offert au Japon.

La technologie de l'information et les biens de consommation

Les nouveautés de ce genre ne sont pas l'apanage du Japon. Le magazine «New Yorker» a publié dernièrement un article sur M^lle^ Emily Cho, qui a créé aux États-Unis un service qui donne par courrier des conseils sur la mode et qui utilise un ordinateur spécialement programmé.[6] Les clientes de M^lle^ Cho remplissent un questionnaire à réponses multiples au sujet de l'image qu'elles veulent projeter («autoritaires et formelles» au bureau, peut-être, et «exotiques et remarquables» le soir) et les modifications qu'elles aimeraient apporter à leur caractère (si elles se sentent «trop agressives», par exemple, ou «trop timides»). L'ordinateur analyse ces objectifs et les renseignements sur la taille et la silhouette des clientes afin de suggérer la façon dont elles pourraient constituer ou améliorer leur garde-robe. Il semble que la plupart des clientes soient des employées qui veulent un service prompt pour les aider à trouver des vêtements qui leur iront ou, mieux encore, qui leur permettront de progresser dans leur carrière.

> M^lle^ Cho a récemment déclaré qu'elle a consacré beaucoup de temps à l'élaboration d'un programme informatique satisfaisant après avoir identifié les messages spécifiques projetés dans notre société par une

femme portant, disons, une blouse à volants ou un vêtement tricoté à la main. Après avoir mis en branle le service, sa première action a été de chasser de l'esprit des clientes l'idée selon laquelle leurs espoirs et leurs rêves intimes étaient confiés à un ordinateur sans coeur. Mais elle a tout de suite compris que l'idée de l'ordinateur était justement ce qui plaisait aux femmes. Celles-ci ont accueilli favorablement l'apport de la technologie parce qu'elles pouvaient croire que les suggestions concernant l'habillement étaient particulièrement précises et fondées sur des bases scientifiques. Dans une certaine mesure, elles aimaient avoir l'appui de la machine. Ce qu'elles voulaient, c'était une formule précise pour les aider à bien s'habiller plutôt que des idées capricieuses proposées par une autre femme. En même temps, M^lle Cho a constaté que ses clientes avaient besoin de croire qu'une autre femme — M^lle Cho elle-même — supervisait le tout et les assurait qu'elles n'avaient pas confié la question à la fois grave et délicate de leur image à une machine froide susceptible de devenir incontrôlable. Elle a conclu que ce que les clientes ne voulaient pas, c'était se faire guider par une autre personne; elles n'ont pas envie de consacrer du temps et des efforts à dialoguer avec une personne. Elles recherchent plutôt l'éthique de cette personne, qui se réflète dans la technologie, tout comme subsiste un parfum après le départ de la personne qui le porte.[7]

Dans les années à venir, un guide informatisé de la mode pourrait utiliser des vidéodisques ou des bandes magnétoscopiques qui décrivent et montrent les nouveautés de la saison. Ce guide pourrait fournir non seulement des conseils, mais, à partir d'un magasin ou d'un entrepôt, les vêtements eux-mêmes, dont l'inventaire serait évidemment stocké en mémoire.

Le volume des achats et des ventes effectués par correspondance se serait accru de 1000 pour cent au cours des dix dernières années. Les clients qui envoient leurs commandes par la poste gagnent du temps et économisent de l'essence; s'ils commandent par téléphone et utilisent une carte de crédit, ils économisent en plus les frais bancaires (chèques) et de poste.

Les commerçants s'efforcent de créer l'idée selon laquelle les achats par correspondance ne sont pas seulement pratiques mais amusants; ils veulent captiver l'imagination du client. Ils mettent beaucoup de soin et consacrent beaucoup d'argent à la production de catalogues qui ressemblent de plus en plus à des magazines, où des photographes professionnels présentent des mannequins de première classe sur des pages savamment conçues. Le magasin Bloomingdale a donné quelques exemples frappants dans ce domaine : un audacieux petit catalogue de lingerie très attrayante photographiée par Guy Bourdin; sa collection de mode à l'orientale présentée par des mannequins représentés à côté de paysans penchés sur leurs plants de riz; et les produits les plus nouveaux présentés par quelques jeunes mannequins très en vue photographiés par Francesco Scavullo.

Petit à petit, notre attitude à l'égard des courses change, de même

que ce que nous espérons trouver dans les magasins. Les grands magasins impersonnels, qui offrent un vaste éventail de marchandises de base et emploient un grand nombre de vendeurs, semblent être une institution sur le déclin. Ils ont fait leur apparition au XIX[e] siècle et sont basés sur des notions quelque peu démodées : les magasins sont des lieux destinés à vanter les mérites de la production en série et à mousser les ventes; ils sont considérés comme des établissements dont les comptoirs de vente seraient toujours tenus par un très grand nombre d'employés à la fois courtois et humbles. La fonction du grand magasin en tant que fournisseur de marchandises est assumée plus efficacement par un entrepôt impersonnel et un catalogue apparemment personnel — à l'heure actuelle, il est imprimé mais, avec le temps, il sera probablement présenté sous forme de vidéocassette. Depuis de nombreuses années, il est peu raisonnable de s'attendre à ce que les vendeurs des grands magasins soient courtois, voire même attentionnés. Pour obtenir un service courtois, le consommateur doit maintenant se rendre dans les boutiques et les magasins spécialisés.[8]

La technologie de l'information accélérera les tendances actuelles, ce qui entraînera la fin du grand magasin anonyme. La nouvelle méthode personnalisée et automatisée pour faire des achats sera différente. Les articles courants (épicerie, vêtements de base, etc.) pourront être commandés et payés à l'aide de terminaux à écran de visualisation et les produits seront livrés (ou ramassés) à partir d'un point central d'entreposage.[9]

Par suite de ce changement dans la façon de faire les courses, les employés des «magasins» devront avoir de nouvelles compétences. Il y aura ainsi de nouvelles professions et des exigences différentes concernant les aptitudes demandées pour les emplois traditionnels.

Les descriptions d'emplois comporteront une rubrique sur les technologies de l'information

La demande, sur le marché du travail, de nouvelles qualifications en matière d'information montre bien que l'économie est en plein changement. On a effectué, dans le cadre du programme de l'université Harvard concernant la politique relative aux ressources en matière d'information, une enquête sur les offres d'emplois du *New York Times* parues le même jour du mois de juin pour la période allant de 1977 à 1982. Les chercheurs ont compté les annonces qui demandent certaines connaissances en informatique, par exemple le traitement de texte, la programmation, la mise en mémoire des données, etc. En 1977, 5,8 pour cent des petites annonces exigeaient de telles compétences. Le pourcentage a augmenté régulièrement jusqu'en 1982, date à laquelle 10,3 pour cent des emplois mentionnés exigeaient des compétences de ce genre. Ce qui a peut-être autant d'importance, c'est la

façon dont ces emplois étaient décrits. Par exemple, au début de la période à l'étude, les employeurs demandaient précisément un «opérateur de machine Wang» ou un «préposé au traitement de texte». Cependant, dès 1982, ils recherchaient des secrétaires qui avaient de l'expérience dans le traitement de texte ou qui connaissaient bien le système Sabre (système automatisé utilisé par les agences de voyages). Cette tendance montre que, au fur et à mesure que les nouvelles techniques deviennent plus courantes et que les personnes ayant les compétences qui s'y rapportent se font plus nombreuses, les compétences en question sont incorporées de plus en plus dans les emplois traditionnels. Lorsque la scie électrique a été lancée pour la première fois sur le marché, les entrepreneurs en construction ont cherché des opérateurs de scie électrique. Mais plus tard, lorsque la plupart des menuisiers étaient censés connaître le fonctionnement de cet outil, les constructeurs ont commencé à chercher des menuisiers qui savaient, entre autres, utiliser une scie électrique.

En 1977, aucune offre d'emploi concernant les agences de voyages ne mentionne des connaissances en informatique; en 1980, 20 pour cent des annonces en font état et, dès 1982, par suite de la mise en place des services automatisés de réservation, 71 pour cent des annonces exigent des connaissances dans ce domaine. De même, entre 1977 et 1982, le nombre de postes de teneurs de livres exigeant des connaissances en informatique a doublé pour atteindre 24 pour cent; pendant la même période, la proportion d'offres d'emplois pour des postes de secrétaires et de dactylos possédant des connaissances en matière de traitement de texte est passée de 0 à 15 pour cent; et le nombre de postes ayant un rapport avec le traitement de texte, ou dont le titulaire devait utiliser une machine de traitement de texte, a été multiplié par huit au cours de ce laps de temps, malgré la récession observée en 1982 et la réduction du nombre total d'offres d'emploi.[10]

L'utilisation des systèmes informatisés pour le contrôle de la circulation aérienne est de plus en plus généralisée. Aux États-Unis, la Federal Aviation Administration (FAA) est en train de préparer des plans visant à modifier radicalement la nature des fonctions d'un grand nombre de contrôleurs de la circulation aérienne. La FAA espère que, après une période de dix ans et au coût d'un milliard $, le contrôle de la circulation aérienne sera informatisé à un point tel que le nombre des contrôleurs requis diminuera d'au moins 50 pour cent et que les autres seront devenus des chefs de service informatique.

La FAA envisage d'élaborer un système permettant aux instruments perfectionnés installés à bord des avions de communiquer avec les ordinateurs de la tour de contrôle. Les ordinateurs seraient programmés de manière à déterminer des plans de vol optimaux pour éviter les collisions et guider les avions. Un tel système permettrait des

économies de carburant, améliorerait la sécurité des passagers, réduirait le stress dont souffrent les contrôleurs et accroîtrait la productivité du personnel.

De nos jours, les avions volent fréquemment à basse altitude ou suivent des itinéraires indirects tout simplement parce qu'il y a une limite au nombre d'informations que le cerveau d'un contrôleur de la circulation aérienne peut retenir : il en résulte un gaspillage de carburant. Comme les ordinateurs peuvent suivre beaucoup plus d'avions que les contrôleurs et être programmés en vue de concevoir les meilleurs plans de vol, un système informatisé de contrôle de la circulation aérienne permettrait d'économiser d'importantes quantités de carburant.

Aux États-Unis, les contrôleurs de la circulation aérienne commettent en moyenne 1,5 erreur chaque jour. La moitié de ces erreurs résulte du manque de coordination entre les contrôleurs, de leur inattention, du manque de communication ou de mauvaises décisions. Le nouveau système informatisé permettrait d'éviter de telles erreurs.

Comment cet état de choses influera-t-il sur le travail du contrôleur de la circulation aérienne?

> Les contrôleurs devront être recyclés et les critères de sélection pour les nouveaux contrôleurs devront être modifiés. Selon un porte-parole de la FAA, la sélection se fera davantage en fonction des connaissances en informatique. Les personnes en poste à l'heure actuelle ont l'habitude de prendre des décisions rapides. Elles s'ennuient si elles n'ont rien à faire. Toutefois, lorsque les ordinateurs prendront les décisions importantes, le personnel restera oisif une bonne partie de la journée.[11]

De nouvelles activités entraînent la création de nouvelles industries

La création d'une infrastructure de l'information permettra l'expansion des marchés existants et la découverte de nouveaux débouchés. La production cinématographique augmentera pour fournir les films éducatifs et divertissants destinés à la télévision payante et aux magnétoscopes domestiques. Le secteur des services de sécurité apparaîtra comme une addition logique à l'infrastructure de l'information. Les sociétés de câblodistribution ou les compagnies de téléphone offriront des services de sécurité ou d'aide médicale moyennant quelques dollars par mois. On recrutera des gens pour la surveillance et l'installation de systèmes d'alarme. Les nouvelles bases de données offriront toutes sortes d'informations, notamment des résultats sportifs, des divertissements, les actualités, des petites annonces, les cotes de la bourse (pour certaines industries), des informations médicales et pharmaceutiques, le *Hansard*, des renseignements d'ordre juridique,

etc. On aura besoin d'un grand nombre de personnes aux compétences diverses pour concevoir et mettre à jour de telles bases de données.

Bien que les achats effectués par ordinateur risquent d'éliminer nombre d'emplois dans le secteur de la vente au détail, de nouveaux emplois seront créés dans le domaine de la présentation et de la commercialisation des produits et des services. Par exemple, la création de vidéodisques pour les achats par catalogue entraînera la naissance d'une nouvelle industrie.

Des réseaux informatiques spécialisés pourraient être mis sur pied à l'intention, par exemple, des amateurs d'opéra, des joueurs d'échecs, des défenseurs des bâtiments historiques menacés, des supporteurs d'équipes ou des personnes qui s'intéressent à la poésie. Une fois le réseau mis sur pied, il faudra quelqu'un pour l'exploiter, rédiger un bulletin d'information, organiser un congrès et compiler une base de données. De telles activités pourraient finir par fournir dix fois plus d'emplois et de recettes que tous les magazines spécialisés qui ont fait leur apparition au cours des dix dernières années.

Les applications des découvertes techniques reflètent la morale et l'éthique de notre société; il n'est donc pas étonnant de constater que des logiciels pornographiques (pornographie légère) ont déjà fait leur apparition. Des programmes comme Interlude, Softporn et Pornopoly (jeu informatisé de strip-poker basé sur le jeu Monopoly) sont maintenant offerts sur le marché. Avec plus de 15 000 exemplaires vendus à 21,95 $ pièce, Interlude est le programme le plus populaire. D'autres jeux seront sans nul doute offerts aux lecteurs actuels de ***Penthouse***, ***Hustler*** et autres magazines à la limite de la pornographie. Les films pornographiques que l'on peut visionner à l'aide d'un magnétoscope font appel à la technologie de la diffusion passive. Mais des films semblables produits sur disques à lecture par laser permettent aux spectateurs de participer, pour ainsi dire. Les disques à lecture par laser comportent 54 000 vidéocadres par côté; ils donnent aux spectateurs la possibilité de choisir les scènes, d'arrêter les images, de revenir en arrière, etc. Fournis avec un bande sonore (voix masculine, féminine ou les deux) et envoyés directement par la poste par Penthouse (vidéodisque du mois) ou toute autre société entreprenante, ces produits seront probablement très rentables.

Parmi les autres services automatisés en cours d'élaboration, il convient de mentionner les jeux d'argent à distance. Un dispositif vidéotex interactif ou un ordinateur permettrait d'effectuer des paris sur les matchs de football ou les courses de chevaux. Les frais d'accès pourraient être déduits automatiquement du compte du joueur, et des informations de base sur les chevaux ou les équipes de football pourraient être obtenues grâce à l'ordinateur. Les paris pourraient être engagés jusqu'à ce que la partie ou la course commence. Inutile de dire

que les prix seraient automatiquement versés au compte en banque des gagnants grâce à un réseau électronique de virement de fonds.[12]

Théoriquement, des jeux de roulette et de vingt-et-un, et même une version moderne de la machine à sous, peuvent tous être réalisés à l'aide de systèmes informatiques interactifs, de générateurs de nombres aléatoires et de systèmes électroniques de virement de fonds.

L'informatique interactive a permis la création du «roman électronique» : le lecteur peut choisir diverses intrigues. La société Simon et Schuster Inc. envisage par exemple de mettre sur le marché une série de romans qui donneront aux lecteurs la possibilité d'examiner les conséquences d'un événement historique hypothétique; citons notamment la production historique intitulée « ***What if Lincoln Had Lived?***» Les romans d'aventures et de mystères permettent aux «lecteurs» de diriger le déroulement des événements en vue d'arriver à des dénouements différents.[13]

Les exemples donnés ci-dessus visent à montrer que la nouvelle technologie modifiera la majeure partie de nos modes d'expression. C'est un moyen qui peut être utilisé à des fins diverses, depuis la pornographie jusqu'au divertissement, en passant par l'éducation et la recherche. Du même coup, de nouvelles industries seront créées et la notion de travail changera. En fait, nous assisterons à l'estompage des différences entre le travail, l'enseignement, les loisirs et les divertissements.

La société d'information et son économie créeront une demande pour le travail intellectuel et de nouveaux moyens de fournir des renseignements aux clients. Il existe déjà un certain nombre de services spécialisés d'information visant à satisfaire les besoins du consommateur. Il deviendra de plus en plus facile d'obtenir des données bibliographiques et des résumés techniques grâce à des réseaux spécialisés.

De nouveaux emplois seront créés pour ceux qui peuvent préparer des résumés de divers documents à l'intention des décisionnaires. On demandera aux ingénieurs de créer et d'améliorer des systèmes experts (maintenant une partie intégrante de l'intelligence artificielle). La mise au point d'un système expert exige de nombreuses années-personnes de recherche et d'analyses intensives.

Quels types de services les gens achèteront-ils dans une économie d'information? Voici une liste partielle des services qui sont déjà offerts aux Canadiens ou qui sont en cours d'élaboration :

Information : articles de journaux, services télégraphiques, renseignements sur la bourse, rapports financiers des sociétés, données météorologiques, renseignements sur l'état des routes, informations destinées aux consommateurs, services de messageries électroniques, horaires des avions et des trains, achat de billets, conseils aux voyageurs et réservations

Services de bibliothèque : catalogues, résumés, encyclopédies, examens critiques de livres, ouvrages de référence, recherches portant sur des mots clés, prêts entre bibliothèques, services de commande de livres

Jeux : échecs, aventures, labyrinthes, modélisation informatisée

Enseignement : école primaire, école secondaire, collège, université, enseignement assisté par ordinateur, jeux éducatifs, simulation par ordinateur

Emplettes : achats d'articles illustrés dans des catalogues, commercialisation directe, étude de marchés, démonstration de produits, information sur le fonctionnement et l'entretien des produits, comparaison des prix et des articles

Sécurité/protection : systèmes d'alarme, détection des incendies, surveillance médicale

Gestion de l'énergie : lecture des compteurs, réglage des thermostats, contrôle des chauffe-eau, établissement du coût de l'énergie compte tenu du temps et de la charge

Divertissements : télévision payante, radio payante (disques sur demande), services d'information, jeux-concours, blagues, histoires, programmes interactifs (l'utilisateur détermine le résultat), informations sur les restaurants, musique, théâtre, danse, arts visuels

Gouvernement : services, vote, offres d'emplois

Personnel : petites annonces, services de rencontre, tableaux d'affichage, activités communautaires, téléconférences, messages oraux, répondeur téléphonique, travail à domicile, agenda/rappels

Finances : comptabilisation, budgétisation, préparation des déclarations d'impôt, tenue à jour des listes et calendriers, renseignements sur les investissements, planification financière, hypothèques, assurances, recherche, services de calcul

Transactions bancaires : relevés et mises à jour pour les comptes en banque et les cartes de crédit, règlement direct des factures, gestion des fonds, virements de fonds, achat d'obligations d'épargne et de certificats de dépôt, contrats de prêts.[14]

On estime que la somme d'un milliard $ est dépensée chaque année pour l'extraction d'informations de bibliothèques électroniques, et que cette somme augmente à raison de 30 pour cent l'an. Un utilisateur de Californie peut contacter par téléphone une bibliothèque d'Angleterre, entrer quelques mots clés sur le clavier d'un terminal et obtenir en quelques minutes un renseignement qu'autrement il n'aurait pu trouver qu'après des heures, voire des jours de recherche.

À l'heure actuelle, il existe environ 650 bases de données publiques. Règle générale, elles ne contiennent que des résumés d'articles savants. L'utilisateur doit alors employer les techniques manuelles pour obtenir un exemplaire de l'article intégral — en d'autres termes, quelqu'un doit aller à la bibliothèque et en faire une photocopie.

Les bibliothèques électroniques sont néanmoins d'un grand secours; en effet, elles nous permettent de nous retrouver parmi le nombre sans cesse croissant de publications techniques. Il y a près de dix ans, on évaluait à 500 000 le nombre de pages de rapports techniques, de revues scientifiques et de livres produites chaque minute. Ce nombre est peut être beaucoup plus élevé à l'heure actuelle. Grâce aux bibliothèques électroniques, plus de 40 millions d'articles peuvent maintenant être consultés presque instantanément.

Le coût d'utilisation de tels services se situe entre 1,50 $ et 120 $ l'heure, le coût moyen étant d'environ 75 $ l'heure. Cet écart reflète en partie le coût fixé par le fournisseur de renseignements et en partie le coût de la liaison de la bibliothèque au réseau de télécommunications. Aux États-Unis, les frais de télécommunications sont relativement bas, donnant ainsi aux fournisseurs d'informations la possibilité de choisir parmi les divers systèmes de livraison existants.

À l'heure actuelle, il y a trois grands types d'informations pour lesquelles les utilisateurs sont disposés à payer le coût élevé de la consultation des bibliothèques électroniques :

Informations sur les brevets: Une société peut dépenser inutilement des millions de dollars pour mettre au point un produit, et constater ensuite que quelqu'un d'autre l'a déjà breveté. Ces pertes peuvent être évitées en dépouillant tous les brevets délivrés. Les bibliothèques électroniques permettent une vérification très rapide. Les chefs de file dans ce domaine sont la société Systems Development Corporation (États-Unis) et la Pergamon Infoline (Grande-Bretagne), une société relativement nouvelle. Leurs bases de données contiennent tous les brevets déposés aux États-Unis depuis 1971 — quelque 700 000 brevets. Les deux sociétés ajoutent 5000 brevets par mois à leurs bibliothèques. La société Pergamon met actuellement en place un système permettant de fournir des dessins se rapportant au texte d'un brevet.

Renseignements sur la médecine et les produits chimiques: L'American National Library of Medicine a compilé une base de données médicales (Medline), laquelle catalogue plus de 3000 revues scientifiques et répertorie 20 000 articles par mois. Dans le domaine de la chimie, la base «Chemline» catalogue les formules des composés chimiques plutôt que des articles traitant de la chimie. Cependant, son service «Toxline» contient plus de 600 000 mentions relatives aux articles traitant de l'innocuité des produits chimiques.

Renseignements d'ordre juridique: Un service appelé «Lexis» permet aux avocats d'accéder facilement aux décisions prises dans le passé par les tribunaux américains et britanniques. Le service Lexis, qui est exploité par la société américaine Mead Data, diffère de la plupart des bibliothèques électroniques en ce sens qu'il fournit des textes intégraux plutôt que des résumés — en fait, Lexis renferme plus de cinq milliards de mots.[15]

Les nouvelles activités entraînent la création de nouveaux emplois

Pour exploiter la foule de nouveaux services — banques, services d'achats, services de messagerie, services d'information — les travailleurs devront avoir les compétences traditionnelles et connaître l'informatique. En ce qui concerne ces travailleurs, on observe déjà des pénuries. Aujourd'hui, la demande de programmeurs, aux États-Unis, dépasse l'offre d'au moins 50 000; cet écart s'élargira probablement au fur et à mesure que l'utilisation des ordinateurs se généralisera et que la demande de logiciel augmentera. À moins d'importants changements dans la technologie du logiciel, la demande globale de programmeurs, aux États-Unis, pourrait atteindre 1,5 million d'ici à 1990, soit le triple du nombre de programmeurs employés à l'heure actuelle dans ce pays.[16]

En 1982, la pire année pour les affaires depuis la grande dépression, la société Northern Telecom a dû recruter 800 scientifiques et ingénieurs afin de maintenir son taux d'expansion dans le domaine de la recherche et du développement portant sur les technologies de l'électronique et des télécommunications. Le président de la société Northern Telecom a fait savoir que sa compagnie recrutera jusqu'en 1987 400 personnes par mois dans presque toutes les disciplines. «D'ici la fin de la décennie, nous aurons recruté jusqu'à 65 000 personnes, soit le double de notre effectif actuel à l'échelon international[17].»

La pénurie de logiciel est si importante qu'elle a donné lieu à la création d'une industrie toute nouvelle — le secteur indépendant du logiciel. Après seulement dix ans d'existence, ce secteur est en plein

essor. Ces sociétés allègent une partie du fardeau des utilisateurs d'ordinateurs qui, autrement, auraient eu à élaborer leurs propres programmes. Des sociétés indépendantes vendent maintenant au détail des ensembles standard pour chacun des deux types fondamentaux de logiciels : les programmes d'application, qui automatisent les tâches spécifiques comme la paye, les comptes à recevoir et le contrôle de l'inventaire de base; et les logiciels pour les systèmes de gestion interne des ordinateurs, qui s'occupent des activités «courantes». Comme le même programme est vendu à des dizaines de clients, les vendeurs sont en mesure de fixer le prix de leurs produits de manière qu'il représente seulement une partie du coût de la mise au point. Déjà, des sociétés indépendantes installées aux États-Unis offrent plus de 8000 progiciels et ont plus de 30 000 clients.

L'université de Waterloo (Ontario) a très bien réussi dans le domaine de la commercialisation du logiciel. À l'heure actuelle, l'université vend ses produits à 3000 utilisateurs partout dans le monde et a un revenu supérieur à celui obtenu à la fois par le MIT et l'université Stanford.[18]

Le besoin de programmeurs a donné lieu à la création d'une nouvelle industrie qui vend des progiciels standard. De même, la nécessité d'utiliser efficacement les ordinateurs a conduit à la création de sociétés d'experts-conseils en systèmes, devenues aujourd'hui l'un des secteurs à croissance rapide du Canada. Comme les systèmes sont indispensables aux opérations quotidiennes de la majeure partie des entreprises, les sociétés d'experts-conseils sont devenues d'importants facteurs dans l'utilisation efficace des ordinateurs. Les experts-conseils répondent aux besoins des clients en spécialistes des systèmes et leur fournissent des conseils sur la meilleure façon d'utiliser leur équipement.

Nouveaux produits : vidéojeux et progiciels

Jusqu'à présent, dans le secteur de la consommation, le logiciel a eu son effet le plus grand sous forme de vidéojeux. Tout comme l'invention du phonographe a donné naissance à l'industrie du disque, le vidéojeu domestique a contribué à créer une autre industrie dont la mission est de commercialiser des contenus, ou logiciels. Plus précisément, elle produit des cartouches qui contiennent des programmes numériques, ou logiciels, pour différents vidéojeux.

Un prototype de ce genre d'entreprise est la société Activision, Inc., de Santa Clara (Californie). En 1980-1981, la société a produit plus de cinq millions d'unités et réalisé des recettes brutes dépassant 50 millions $, soit plus de 60 fois le montant de l'investissement initial.

Pour se tailler une part importante du marché des vidéojeux, la so-

ciété Activision a fortement compté sur les talents de ses quatre inventeurs fondateurs, dont les réalisations ont été à l'origine de plus de la moitié des ventes de cartouches de la société Atari, et qui ont quitté celle-ci pour former la société Activision. Selon le président de cette dernière : «Les personnes qui conçoivent des jeux ne sont ni ingénieurs, ni programmeurs. Elles ont autant de talents créateurs que n'importe quel artiste ou auteur.»[19] Le président vante les mérites des inventeurs de jeux comme s'ils étaient des vedettes de rock. Le mode d'emploi accompagnant chaque jeu comporte une photo du concepteur, ainsi que ses tuyaux pour jouer.

Un jeu à succès peut procurer des recettes impressionnantes. Ainsi, en 1981, avec seulement 50 employés, la société Activision, qui avait alors peu de frais généraux, avait réussi à maintenir son coût de fabrication à un niveau relativement bas. Chaque cartouche est en fait un simple boîtier en plastique contenant une puce à mémoire à semi-conducteurs qui emmagasine le programme de jeu, et quelques petits ressorts pour tenir en place la cartouche enfichable. Le coût total des matériaux est inférieur à quatre dollars. En 1981, la société Activision vendait chaque cartouche à un prix moyen supérieur à 10 $. Il n'est pas étonnant que les analystes de l'industrie aient conclu que, en ce qui concerne les vidéojeux, les profits obtenus grâce au logiciel sont supérieurs à ceux provenant des ventes de matériel.

Les responsables de la société Activision estiment que les ventes de vidéojeux atteindront un palier en 1985. Mais avant que cela ne se produise, la société se sera lancée dans un autre domaine : la vente de logiciel aux utilisateurs d'ordinateurs domestiques. Comme le cerveau électronique de ces ordinateurs est plus puissant que celui des machines pour vidéojeux, le logiciel pourrait être encore plus perfectionné.[20]

Les nouveaux jeux disponibles sur le marché utilisent à la fois le disque à lecture par laser et l'ordinateur. Disponible uniquement dans les salles de jeux, le vidéojeu utilisant un disque à lecture par laser produit un son de qualité supérieure, des images plus réalistes et offre aux joueurs un plus grand nombre de choix que les jeux classiques automatisés. La société Cinematronics, de San Diego (Californie), fabrique le jeu «Dragon's Lair». D'autres jeux sont en cours de conception et ne seront probablement introduits dans les foyers que lorsqu'il y aura sur le marché des machines pour disques à lecture par laser fiables et peu coûteuses.

La production de logiciels à l'intention des gestionnaires (par exemple le célèbre VisiCalc ou le Lotus 1-2-3) peut rapporter plusieurs millions de dollars. Parmi les progiciels à croissance rapide, il convient de mentionner les systèmes de gestion de bases de données. Un système de gestion de bases de données est en fait un ensemble de pro-

grammes qui fournit des moyens souples et puissants d'extraire des informations des ordinateurs. Les utilisateurs de mini-ordinateurs, de micro-ordinateurs et de gros ordinateurs désirent maintenant des systèmes de gestion des bases de données. Les fabricants de gros ordinateurs fournissaient par le passé la majeure partie des systèmes de gestion des bases de données. Des sociétés indépendantes petites et dynamiques obtiennent cependant un nombre accru de commandes dans un secteur où l'intelligence et le sens des affaires peuvent compter beaucoup plus que la taille de la société. On s'attend à ce que les ventes de systèmes de gestion atteignent à l'échelle mondiale quatre milliards $ d'ici à 1985.

Le travail peut être effectué n'importe où

Les nouvelles façons d'exécuter des tâches anciennes sont en partie à l'origine de nouveaux emplois et de nouvelles industries. Ainsi, comme la technologie de l'information tend à ne pas dépendre de la distance, le travailleur peut être n'importe où dans le monde et communiquer avec le bureau par téléphone ou satellite. Les travailleurs peuvent même être importés — et les emplois, exportés — sans que l'on ait à traverser des frontières. La société Satellite Data Corporation de New York offre maintenant à ses clients les services d'un personnel en poste aux Barbades, expérimenté en matière de mise en mémoire et de traitement de texte. La société y arrive en transmettant par satellite, en direction des Antilles anglaises, des documents manuscrits, dactylographiés ou dictés dont les données à traiter sont ensuite introduites au clavier par des autochtones touchant des salaires moins élevés que ceux versés aux États-Unis. Les données ainsi introduites sont ensuite retournées par satellite à la source et sont soit mises en mémoire, soit imprimées.[21]

Grâce à la nouvelle technologie, les travailleurs peuvent même être derrière des barreaux de prison. La société Best Western International, l'une des plus grandes chaînes d'hôtels du monde, a récemment inauguré des installations de réservation à l'Arizona Department of Corrections Center for Women, à Phoenix (Arizona). Le programme pilote emploie 30 détenues à titre d'agents préposés aux réservations. Pour obtenir cet emploi, les requérantes doivent répondre aux critères ordinaires de sélection du personnel de la société Best Western International.

Les personnes ainsi recrutées reçoivent un traitement égal à celui des agents temporaires travaillant pour la Best Western. Une partie de leur salaire est versée à l'Arizona Department of Corrections pour couvrir les frais de pension; l'impôt sur le revenu est déduit par l'État et le gouvernement fédéral; quant au reste, il est versé dans des

comptes d'épargne pour être remis aux détenues au moment de leur libération.

Les détenues qui participent au programme s'engagent à respecter le code d'éthique des employés de la Best Western, y compris les clauses relatives à l'habillement. Les surveillants de la société sont, eux aussi, sur les lieux de travail afin de s'assurer que l'on répond rapidement aux appels téléphoniques des clients éventuels, mais le personnel du centre de redressement assume toutes les responsabilités en ce qui concerne la sécurité et la conduite.

La société Best Western a installé 14 terminaux à écran de visualisation qui fonctionnent de 8 à 17 h; la société envisage de faire fonctionner le service de réservation de 6 à 22 h lorsque d'autres détenues auront reçu la formation nécessaire.[22]

Les concurrents peuvent tirer parti de l'existence des fuseaux horaires. Une société suédoise offre maintenant à des utilisateurs de Californie la possibilité d'utiliser ses unités centrales installées près de Stockolm, et ce à des prix inférieurs à ceux demandés aux États-Unis. Elle peut offrir des taux aussi bas en raison du décalage horaire de neuf heures entre la Californie et la Suède. Les Californiens commencent à peine leur journée de travail lorsque les Suédois rentrent chez eux; le temps machine inutilisé peut donc être vendu au rabais aux États-Unis. La société suédoise offre à bon marché des services de traitement des données entre 8 et 20 h (ce qui correspond à la période allant de 17 h à 5 h du matin en Suède). Les données sont transmises par lignes téléphoniques louées ou par satellite.[23]

La société Holiday Inn fait oeuvre de pionnier grâce à son réseau vidéo de téléconférence. Voici en substance le contenu d'une annonce parue dans ***Business Week*** :

> Vous pouvez maintenant être à deux endroits à la fois, ou 20, ou même 200. Grâce au réseau vidéo de Holiday Inn, vous pouvez être vu et entendu dans tout le pays. Votre exposé télévisé est transmis par satellite, dans tout le pays, à plus de 250 salles de réunion de la chaîne d'hôtels Holiday Inn. Vous pouvez communiquer d'un bout à l'autre du pays avec chaque responsable de votre organisation. Vous pouvez accomplir davantage en moins de temps. Vous pouvez également parler à toute votre équipe plus souvent. Vous pouvez obtenir sur-le-champ les points de vue du personnel grâce aux liaisons téléphoniques à deux voies. Notre réseau convient parfaitement aux réunions portant sur les ventes, à la présentation de nouveaux produits, aux séminaires de formation, aux congrès d'associations commerciales ou professionnelles, aux réunions de concessionnaires et aux conférences de presse.[24]

Aux États-Unis et au Canada, il y a à l'heure actuelle plus de 40 entreprises (certaines anciennes, d'autres nouvelles) qui offrent des services (en mode interactif) de téléconférence, de vidéo par satellite et

de transmision de données. Ces sociétés représentent les nouveaux transporteurs qui utilisent les nouvelles voies de l'information. Elles sont ou seront bientôt aussi importantes que les compagnies aériennes, les sociétés de transport par autocar, les compagnies de chemin de fer et les entreprises de liaisons interurbaines de l'ère industrielle.

Les industries fusionnent et les frontières s'estompent

Par suite de l'introduction des nouvelles technologies de l'information, les sociétés existantes et les nouvelles entreprises se livreront une concurrence de plus en plus vive. Ainsi, les sociétés oeuvrant dans les domaines du téléphone, du télégraphe, de l'ordinateur, du logiciel, du traitement à façon, des semiconducteurs, des satellites, du cinéma et du matériel de bureau cherchent à atteindre les mêmes clients, où qu'ils soient : au bureau, à la maison, à l'usine, dans les magasins de détail ou dans les banques. Les limites traditionnelles de l'industrie s'estompent et se déplacent, et il est de plus en plus difficile de dire à quelle industrie une société donnée appartient. Elle peut faire partie d'une ou de plusieurs industries, certaines anciennes, d'autres nouvelles. Elle peut avoir comme clients des utilisateurs traditionnels ou des acheteurs industriels spécialisés, ou bien tout simplement être un transporteur d'informations.

On observe également une certaine fusion des produits. En d'autres termes, des produits distincts sont réemballés pour former un seul article d'équipement ou un nouveau service. Ainsi, un téléviseur connecté à une ligne téléphonique ou à un câble peut devenir un récepteur télex; une machine à écrire dotée d'une capacité logique et d'une mémoire est maintenant une machine à traitement de texte; un copieur standard doté de puces mémoire est maintenant une machine de traitement de données ou une imprimante intelligente. Les lettres, télégrammes, machines à écrire, copieurs, télécopieurs, téléviseurs ou téléphones prennent une appellation nouvelle au fur et à mesure que ces produits incorporent des fonctions logiques.

La fusion des produits rend moins nettes les distinctions entre les industries. Il y a 20 ans, les secteurs du télégraphe, de l'imprimerie, des voyages, de l'informatique, du courrier, des messageries, des transports aériens, du cinéma et de la diffusion avaient des caractères bien distincts. Maintenant, il est difficile de les distinguer, car leurs produits et leurs services se chevauchent.

Cet état de choses a donné lieu à des différends au niveau des aires de compétence. Par exemple, les fabricants de mini-ordinateurs, l'association des éditeurs de journaux et la société Radio Shack s'opposent aux efforts que la société American Telegraph and Telephone (AT&T)

déploie pour automatiser ses pages jaunes. Ainsi, un vendeur au détail d'ordinateurs domestiques est maintenant en concurrence avec une compagnie de téléphone.

En ce qui concerne les services s'occupant de l'énergie domestique, on constate également des chevauchements et la disparition des distinctions entre les différents secteurs. Aux États-Unis, la compagnie de téléphone offre des services de surveillance des climatiseurs, de l'éclairage, du chauffage et des autres appareils domestiques. Des services comparables sont offerts par des entreprises d'informatique et de la câblodistribution.

Le courrier électronique illustre, lui aussi, l'estompage des limites entre les secteurs industriels. Le nouveau groupe de concurrents comprend, entre autres, les compagnies de téléphone, les postes, les compagnies de satellites, les entreprises d'informatique, les chaînes de télévision, les sociétés de transmission de données et les compagnies de télécopie. En effet, la retransmission par satellite des fichiers et des bandes d'ordinateur a poussé la Federal Express, une société américaine de messagerie, à se servir des canaux satellites pour offrir un service de courrier électronique.

Les services financiers, surtout aux États-Unis, sont eux aussi menacés. Citons par exemple la First National City Bank, les sociétés de courtage, la General Electric, la société Sears Roebuck, les sociétés de cartes de crédit et les associations d'épargne et de prêt. Pour l'utilisateur type, la «banque» peut très bien n'être qu'un guichet automatique et un numéro de téléphone pour les appels interurbains sans frais.

Les téléconférences offrent un autre exemple d'activité où les limites s'estompent. Parmi les fournisseurs actuels de services de téléconférence par satellite, il convient de mentionner la société Satellite Business Systems, la société AT&T et la compagnie American Satellite. Toutefois, la chaîne Holiday Inn et la chaîne Hilton offriront, elles aussi, des services de téléconférence. De même, des stations publiques de diffusion (comme WETA, New York) présentent la vidéoconférence comme une source de revenus visant à aider la télévision publique. Les frontières entre les hôtels, les compagnies aériennes, les compagnies de téléphone et les stations de télévision ne sont plus immuables.

L'érosion des frontières comporte une dimension géographique. Par le passé, les sociétés de téléphone avaient des droits exclusifs parce qu'on estimait alors que la présence d'autres sociétés constituait un obstacle sur le plan du coût et de la qualité des services. Un des résultats de la déréglementation aux États-Unis semble être la possibilité, pour les compagnies de téléphone, d'empiéter sur les territoires d'autres compagnies, et ce à plusieurs niveaux — communications interurbaines, installations liées à des satellites, circuits locaux, termi-

naux éloignés et services d'information. Il semble qu'une concession ne garantit plus l'exclusivité dans une aire géographique.

Sans aucun doute, grâce à la technologie de l'information, les sociétés n'ont pas à être fixées à un endroit géographique déterminé. N'ayant plus, en quelque sorte, d'attaches matérielles, le siège social d'une société peut se déplacer à loisir dans tout le pays. Avec les lignes de téléconsultation des unités centrales et les terminaux intelligents transportables, la mobilité géographique prend une nouvelle dimension.

Les limites entre les industries, les sociétés et les régions géographiques étant devenues soit mobiles, soit totalement estompées, l'expression «le grand dérangement» prend une nouvelle signification. Les changements se produisent à un rythme de plus en plus rapide. Les nouveaux produits rivalisent avec les anciens et il en est de même des investissements et des services. Les cycles de vie des produits changent radicalement. La durée de vie d'un téléscripteur est de 1,5 année; les circuits intégrés durent deux ans; les gros ordinateurs ont une durée de vie de quatre ans; quant aux terminaux à écran de visualisation, ils ont une durée de vie de moins de deux ans. En ce qui concerne la production, un milieu dynamique accroît le stress chez les gestionnaires, modifie la perception que la société a de la période d'amortissemnt et, en fait, provoque une réévaluation de la perception du temps par la direction.

De toute évidence, les erreurs peuvent provoquer des pertes. Dans le secteur du téléphone, les pertes sont généralement rares. Cependant, la compagnie allemande de téléphone Siemens a épongé une perte de 230 millions $ parce qu'un de ses produits est devenu désuet alors qu'il était encore au stade de la conception. La désuétude rapide et les pertes qui en découlent ne sont plus l'apanage de l'industrie de l'informatique.

Le rythme auquel les changements s'opèrent influe sur les décisions concernant les prix et le coût. Qu'il s'agisse de fibres optiques, de satellites, de terminaux, d'ordinateurs, de réseaux de communications ou d'échanges entre organismes privés, la réduction des coûts résultant des fortes augmentations de la productivité semble s'accélérer rapidement. L'obsolescence et le rythme de l'innovation s'accroissant, les décisions rapides et appropriées et la souplesse des institutions constitueront un important facteur de réussite pour les sociétés au cours des années 80.

La société Warner Communications est peut-être l'exemple le plus typique d'une entreprise nouvelle. Cette société oeuvre dans un certain nombre de domaines se rapportant à la création, à la production et à la communication d'informations et de divertissements aux consommateurs, surtout au niveau domestique. Ces activités se ratta-

chent à de nombreux secteurs, par exemple la télévision, la radiodiffusion, la câblodistribution, les services de satellites, les journaux, les magazines, les services d'information, les films, l'édition électronique, la musique enregistrée, les vidéocassettes, les vidéodisques, l'équipement et le logiciel électroniques destinés aux entreprises ou aux particuliers.

La société Warner Communications, qui a commencé à prendre forme en 1969, a pris d'importantes décisions au cours de la période 1971-1981 : elle a acheté, en 1972, la société Cypress Communications Corporation, ce qui lui a permis de doubler le nombre des abonnés à son système de câblodistribution; en 1976, elle a acquis la société Atari, une compagnie de vidéojeux électroniques; en 1977, elle a lancé la télévision interactive Qube; en 1979, elle a vendu la moitié de ses parts dans la câblodistribution à la compagnie American Express; enfin, elle a acheté la société Franklin Mint.

En résumé, un nouveau type de concurrence a fait son apparition. Il est plus facile aux sociétés de rivaliser dans un cadre bien défini. Mais si les limites entre les industries s'estompent, la concurrence prend une nouvelle dimension. Au cours des années 80, les produits et les services de rechange se multiplieront et prendront de l'ampleur. Cette situation entraînera inévitablement une augmentation des risques et des incertitudes. Rien n'annonce un ralentissement de l'innovation technologique. Les années 80, période agitée et de transition, sont remplies de défis que le secteur privé, les travailleurs, les décisionnaires et les consommateurs sont appelés à relever.[25]

La nouvelle technologie fait naître de nouvelles industries

Les changements apportés par la technologie de l'information sont si rapides que pour être en mesure de se tenir au courant de toutes les nouveautés, on doit lire le journal tous les jours. En fait, la nouvelle technologie est en train de changer radicalement le secteur des journaux. Ainsi, le *Globe and Mail* est transmis par satellite depuis Toronto vers un certain nombre d'endroits au Canada et imprimé sur des presses locales afin d'être rapidement distribué tôt le matin. La technologie de l'information a transformé le marché géographique du *Globe and Mail* et assuré sa présence en tant que concurrent dans les régions où, par suite de l'éloignement, il aurait été périmé avant même d'arriver.

Les nouvelles techniques de l'information donnent un sens nouveau à l'expression «garder le contact». Les téléphones portatifs font leur apparition, sur terre et dans les airs. Si l'on continue d'adapter les technologies militaires aux utilisations civiles, il y aura bientôt des

téléphones mobiles à base terrestre capables de renvoyer les signaux des satellites n'importe où dans le monde.

La nouvelle compagnie Air Force a introduit cette année des téléphones portatifs pour avions. Ainsi, les passagers peuvent faire des appels téléphoniques en vol. Jusqu'à présent, douze compagnies aériennes américaines ont signé des contrats pour ce service. Au début de 1984, une nouvelle industrie multimillionnaire a vu le jour : on comptait alors 1000 avions dotés du matériel de la société Air Force et l'on a dénombré en moyenne 50 appels téléphoniques par jour et par avion à raison de 10 $ par appel.[26]

Une autre industrie nouvelle ayant d'excellentes possibilités de croissance est le secteur des téléphones portatifs à base terrestre. À l'heure actuelle, chaque téléphone mobile installé, par exemple dans une voiture, est en liaison avec une station centrale et l'appel est acheminé vers un autre téléphone mobile ou vers un téléphone fixe situé dans une maison ou dans un bureau. Ce système fonctionne bien, mais le nombre de téléphones mobiles pouvant être installés dans une ville est limité.

Le nouveau système en cours de mise au point est appelé radio mobile cellulaire. Cette expression vient du fait que l'on subdivise la ville en plusieurs cellules. Dans chaque cellule, qui peut être aussi petite qu'un pâté de maisons, un téléphone peut fonctionner sur une fréquence donnée, laquelle n'interférera pas avec un téléphone utilisant la même fréquence dans une cellule voisine. Comme le téléphone mobile peut se déplacer d'une cellule à l'autre, un ordinateur détecte le mouvement et effectue l'appel sur une fréquence différente ou sur la même fréquence (si celle-ci n'est pas utilisée au moment de l'appel); ainsi, il est possible d'augmenter considérablement le nombre d'utilisateurs éventuels.

Nous assistons à une explosion de nouvelles entreprises, de nouvelles industries et de nouveaux emplois, tous basés sur les nouvelles technologies qui sont mises au point et se répandent rapidement. Le marché de l'ordinateur personnel, qui existe depuis cinq ans, change toutes les semaines par suite des produits lancés par des entreprises nouvelles ou existantes. En effet, de nouveaux dispositifs sont lancés sur le marché chaque semaine. Du même coup, la méthode de distribution a changé du tout au tout. Les représentants des sociétés n'ont plus à rendre visite aux consommateurs; à l'heure actuelle, le consommateur s'adresse à la société d'ordinateurs ou au magasin de détail pour acheter la machine et son logiciel. Les prix des ordinateurs baissent, les programmes ou logiciels standard prolifèrent et la publicité constante suscite l'intérêt des consommateurs; aussi de nombreuses sociétés essayent-elles de se tailler une part du marché de détail des ordinateurs. Les efforts de la division Radio Shack de la société Tandy

Corporation ont déjà été couronnés de succès. Maintenant, trois autres groupes — des chaînes indépendantes spécialisées, des grands magasins et des fabricants d'ordinateurs — ont rejoint Radio Shack sur le marché de détail des ordinateurs.

Ce sont les sociétés spécialisées qui affichent la croissance la plus rapide. Mentionnons à titre d'exemple la ComputerLand Corporation, qui a ouvert ses portes en 1976. Cette société, dont le siège social se trouve à San Leandro (en Californie), exploite 200 concessions à travers les États-Unis et s'emploie ardemment à accroître son emprise sur le marché. Elle rivalise avec un nombre sans cesse croissant d'entreprises, dont CompuShop, MicroAge et Computer Store. En général, la stratégie des détaillants consiste à garder en stock un vaste éventail de produits provenant de divers fabricants, à pratiquer des prix concurrentiels, à mettre l'accent sur le logiciel et à faire valoir les connaissances et l'expérience du personnel du magasin. Les gros détaillants établis au Canada (Sears, Eaton, La Baie, etc.) et aux États-Unis (J.C. Penney, Montgomery Ward, etc.) s'efforcent de jouer un rôle spécial. Ils espèrent accaparer une grande part du marché en concentrant leurs efforts sur les appareils compacts et bon marché faciles à utiliser et exigeant peu d'accessoires.

Dans le but de limiter les coûts et de trouver de nouveaux consommateurs, les fabricants ont, eux aussi, ouvert des magasins de détail. La société IBM, qui vient en tête, ainsi que Digital Equipment Corporation et Xerox, ouvrent des magasins à succursales pour vendre des ordinateurs; de son côté, la société Control Data Corporation s'efforcera d'offrir dans ses magasins des services aux entreprises.

Outre les modifications qui s'opèrent dans le secteur des ordinateurs, il y a de nouvelles technologies comme le stockage des données sur vidéodisques à lecture par laser, qui, du jour au lendemain, pourrait rendre désuètes les méthodes actuelles de stockage des données. Une fois sur le marché, la technologie des disques à lecture par laser fournira des capacités de stockage colossales pour une fraction du coût des systèmes actuels.

Le traitement de la parole est une autre technique en plein essor; elle permet de transformer la voix humaine en données numériques en vue du traitement informatique ou, inversement, de transformer les données fournies par les ordinateurs en voix humaine. Le matériel de traitement de la parole est classé en deux catégories : le matériel pour l'entrée vocale de données et le matériel de réponse vocale. Le premier permet aux utilisateurs de procéder eux-mêmes à l'entrée orale des données au lieu de dactylographier l'information ou d'alimenter des feuilles spécialement préparées dans un lecteur optique de caractères. Quant au matériel de réponse vocale, il permet à l'ordinateur de communiquer verbalement les informations plutôt

que visuellement, à l'aide d'un terminal à écran de visualisation ou d'une imprimante. Pour l'ordinateur, on utilise une voix synthétisée ou encore un enregistrement de voix humaines.

On s'attend à ce que les effets de cette technologie soient relativement faibles au cours de la première moitié des années 80, mais ils devraient augmenter considérablement au cours de la seconde moitié, au fur et à mesure que les techniques se perfectionneront et que les prix baisseront. Parmi les importantes applications du traitement de la parole susceptibles d'être utilisées, on peut mentionner le montage en séries, l'autorisation du crédit, les transactions bancaires, les systèmes de bureau et les produits de consommation.[27]

L'association de la technologie des vidéodisques et des microordinateurs crée une industrie toute nouvelle qui ne manquera pas d'engendrer des millions de dollars de revenus et de créer des milliers d'emplois.

Quiconque a déjà songé à passer des vacances dans un endroit peu connu appréciera à sa juste valeur la technologie du vidéodisque. Dans un proche avenir, les agences de voyages seront en mesure de montrer à leurs clients des images du lieu de villégiature qu'ils voudraient visiter. Du même coup, l'ordinateur peut indiquer le prix des chambres, les départs et arrivées des avions ou fournir d'autres informations.

Depuis quelques années déjà, les systèmes de vidéodisques sont utilisés par l'armée et quelques sociétés dans le cadre de leurs programmes de formation. Ainsi, la General Motors Corporation et la Ford Motor Corporation utilisent toutes deux des vidéodisques pour former les concessionnaires et les préposés aux réparations. Cependant, ces systèmes sont relativement peu perfectionnés et ne sont pas autre chose que des phonographes avec images. Maintenant, des systèmes «intelligents» de vidéodisques comportant des microordinateurs sont sur le point d'être offerts tant aux consommateurs qu'aux entreprises. Parmi les produits envisagés, il y a des vendeurs automatisés, des laboratoires d'enseignement et des manuels de formation.

Les arcades commerciales seront peut-être l'une des applications les plus intéressantes des systèmes à vidéodisques «intelligents». De telles arcades disposeraient de terminaux autonomes ressemblant à des stands. Les unités conçues pour vendre un article donné transmettront un message enregistré dès que quelqu'un s'approchera d'elles; d'autres unités répondront dès qu'on touchera l'écran. À Sunnyvale, en Californie, une société constituée il y a un an par Nolan Bushnell, inventeur de vidéojeux, est en train de mettre au point un prototype de terminal de télé-achat, qui permettrait aux consommateurs d'introduire une carte de crédit, de voir l'éventail des articles disponibles et

de commander un produit au moyen du clavier de l'ordinateur, produit qui serait livré au domicile du consommateur, le prix étant imputé au compte de l'acheteur.[28]

Il y a également l'encyclopédie sur vidéodisques. La société Academic American Encyclopedia de Princeton, au New Jersey, a produit un vidéodisque expérimental pour étudier les possibilités et les exigences techniques de ce nouveau moyen de communication.

Certains articles de l'*Academic American Encyclopedia* — encyclopédie générale composée de 21 volumes et publiée par Arete en 1980 — ont été filmés puis enregistrés sur un vidéodisque programmé, lequel utilise le potentiel interactif du lecteur optique de disque à lecture par laser. Outre le texte intégral des articles choisis et leurs illustrations, on a ajouté, chaque fois que cela était nécessaire, le son et le mouvement afin de faciliter l'apprentissage. Bien que les données mises en mémoire sur le vidéodisque expérimental soient uniquement sur une face, il faudrait au spectateur quatre ou cinq heures pour passer en revue tous les articles enregistrés.

Le vidéodisque, créé pour montrer les possibilités de la technologie, contient plus de vingt articles tirés de l'encyclopédie.

Le matériel publicitaire diffusé par la société porte sur les «articles» suivants :

Ludwig van Beethoven : Cette biographie de Beethoven, accompagnée d'une bibliographie, comporte plusieurs illustrations contemporaines et de courts extraits de la V^e^ Symphonie et du XII^e^ Quatuor à cordes; elle permet ainsi de comparer les formes musicales ainsi que le style de la période héroïque de Beethoven, et le style plus serein qui a caractérisé la dernière décennie de sa carrière.

Dinosaures : Dans cette séquence, la description est très détaillée. Outre l'article général et le tableau chronologique montrant l'évolution et la prédominance de chaque famille importante pendant des millions d'années, il y a des articles sur des espèces particulières et les trois grandes ères géologiques pendant lesquelles les dinosaures étaient les espèces animales dominantes. Accompagnée de nombreux dessins en couleurs réalisés pour l'encyclopédie, chaque illustration est commentée verbalement de façon détaillée.

Discours de Gettysburg : En plus de comporter la lecture, par Carl Sandburg, du discours prononcé par Lincoln à Gettysburg, et de nombreuses illustrations, ce disque montre successivement et lentement toutes les parties du texte intégral; cette forme de présentation est à la limite entre divertissement et enseignement.

Hydrofoil: En plus de montrer une coupe précise de l'intérieur d'un hydrofoil, cet article permet aux spectateurs, grâce à une courte séquence de vues animées, de voir comment le bateau rase la surface de l'eau, porté par ses patins submergés.

Martin Luther King fils: Certainement l'article le plus touchant — il permet aux spectateurs de percevoir avec une certaine émotion un homme et une certaine époque; en effet, le spectateur a la possibilité d'entendre une partie du discours poignant «I Have a Dream — Free at Last» que King a prononcé en 1963 lors de la marche sur Washington (D.C.).

Tous les articles enregistrés demeurent sous la commande du spectateur, qui peut passer immédiatement d'un article à un autre, s'attarder à loisir sur un texte ou sauter le texte entièrement et passer directement aux illustrations ou aux séquences sonores ou filmées. Ainsi, l'encyclopédie sur vidéodisques permet de surmonter certaines difficultés liées à l'incapacité de lire couramment — un enfant de cinq ans peut tirer de ces articles presque autant qu'un élève du secondaire en raison du grand nombre d'informations intéressantes fournies dans les «légendes» lues.

Le travail et le passage à une économie d'information

Les technologies de l'information transforment les notions du travail et de ses conditions. L'évolution se poursuit inexorablement. Mais les coûts et avantages des changements ne seront pas répartis uniformément entre les divers éléments de la société — ils le sont rarement.

Les activités nettement définies qui avaient caractérisé les premières décennies de ce siècle commencent à s'estomper. Les secteurs industriels fusionnent, les produits et les services sont intégrés, réemballés et servis sous forme de nouveaux articles à produire, à vendre et à consommer. Ce qui affecte peut-être le plus la personne, c'est la confusion au niveau de la définition des principaux aspects de la vie quotidienne. Le travail, les loisirs, les distractions et l'éducation s'entrelacent de plus en plus. Comment décrire ce que nous faisons pour gagner notre vie lorsque les machines le font de plus en plus pour nous? Comment décrire un produit lorsque celui-ci est de plus en plus impalpable et, à certains égards, non consommable? Comment se préparer à un avenir qui comportera des emplois que nous ne connaissons pas encore?

Ce chapitre conclut l'étude sur le travail et ses conditions. Cependant, le dialogue, le débat et les études se poursuivront, au Canada et ailleurs. Ce sera la principale préoccupation des Canadiens au cours des prochaines années.

Chapitre 5

La vie privée : les préoccupations

> La technologie, lorsqu'elle est appliquée à certains domaines de la vie privée, suscite chez l'individu un sentiment de culpabilité. Quelqu'un ou quelque chose, peut-être l'ordinateur ou la machine policière, est à sa poursuite. Il est traqué. Banques, compagnies d'assurance, sociétés de crédit, contrôleurs fiscaux, bureaux de passeports, services de rapport, postes de police, agences de renseignements rassemblent et enregistrent tous les faits le concernant et concernant sa vie ... Les machines nous rendent malléables. Si l'ordinateur déclare que nous sommes coupables, nous le sommes. Mais il y a plus encore. L'existence même et l'omniprésence de la technologie créent en nous le vague sentiment de commettre un délit.[1]

La question de la vie privée dans le contexte des technologies de l'information prend de plus en plus d'importance. Elle a d'ailleurs fait l'objet de nombreux sondages, livres et articles savants. Bien qu'on ne puisse attribuer un sens généralement reconnu à la notion de «vie privée», celle-ci intéresse beaucoup le public. Par exemple, une étude récente commandée par le groupe d'étude du gouvernement de l'Ontario sur la micro-électronique a donné lieu à un sondage d'opinions sur les retombées sociales de la micro-électronique[2]. Les personnes interrogées devaient choisir parmi treize points relatifs à la micro-électronique les cinq qu'elles considéraient les plus importants. Le point le plus souvent choisi (63 pour cent des personnes interrogées) a été la protection de la vie privée et le caractère confidentiel des renseignements personnels. Les trois suivants portaient sur la précision de la facturation, le contrôle de l'information et la sécurité d'emploi. Le tableau 5.1 présente les résultats de cette enquête et donne la proportion des personnes interrogées qui ont choisi chacun des éléments. On constate la priorité accordée à la protection de la vie privée et au caractère confidentiel des renseignements personnels.

Une enquête plus récente, faisant partie d'un rapport adressé au ministère des Transports et des Communications de l'Ontario, visait à connaître le point de vue des Canadiens sur la vie privée et, plus particulièrement, sur les problèmes éventuels que les services de câblodistribution bidirectionnels pourraient poser[4]. La «protection de la vie privée» y était définie en ces termes : le pouvoir que détient une personne quant à l'acquisition et à l'emploi des renseignements qui la concernent.

L'enquête a révélé que la question de la vie privée suscitait un vif intérêt. Pour les 210 foyers compris dans l'échantillon plutôt restreint de London (Ontario), la protection de la vie privée est plus importante

Tableau 5.1. Les cinq questions sociales relatives à la micro-électronique les plus importantes, selon des résidents de l'Ontario[3]

Point	Personnes interrogées qui jugent le point important %
Protection de la vie privée et caractère confidentiel des renseignements personnels	63
Précision de la facturation	46
Contrôle de l'information	45
Sécurité de l'emploi	44
Salaire	38
Sécurité professionnelle	38
Délits commis en utilisant un ordinateur	34
Coût du matériel personnel	30
Renseignements sur les activités des organisations	29
Stress au travail	28
Intérêt au travail	27
Défi de l'emploi	25
Complexité du matériel personnel	18

que la non-prolifération des armes nucléaires. Le droit à la vie privée a priorité sur la liberté de parole, la liberté de la presse et l'égalité des sexes. De plus, selon 68 pour cent des personnes interrogées, la vie privée des Canadiens est moins respectée aujourd'hui qu'il y a dix ans, et 62 pour cent ont exprimé des inquiétudes au sujet des atteintes à leur vie personnelle.[5]

Un sondage effectué aux États-Unis par la firme Harris a donné des résultats semblables : 77 pour cent des personnes interrogées ont indiqué que l'ordinateur posait une menace à leur vie privée. D'après Louis Harris, cette inquiétude s'est fortement accentuée depuis cinq ans en raison de l'application accrue des ordinateurs à la tenue des comptes de cartes de crédit, à la surveillance des prêts et à la gestion du crédit.[6]

D'autres sondages réalisés aux États-Unis, en Suède et au Royaume-Uni abondent dans le même sens. On craint, semble-t-il, que les nouvelles technologies de l'information portent atteinte, d'une façon ou d'une autre, à la vie privée. Le passage suivant traduit peut-être encore mieux cette préoccupation.

> Son appétit insatiable de renseignements ainsi que son calcul et sa mémoire jugés infaillibles feront peut-être de l'ordinateur le centre d'un système de surveillance qui transformera notre société en un univers transparent, où notre foyer, notre situation financière, nos relations et notre état physique et mental seront exposés au grand jour.[7]

La technologie de l'information transforme le milieu de vie des Canadiens

Le cadre dans lequel évoluent les Canadiens porte la marque de la technologie de l'information. À la base de l'incursion technologique dans la vie des gens, on retrouve trois principales préoccupations.

1re préoccupation : Grâce à la micro-électronique et aux ordinateurs, dont les fonctions et la mémoire sont de moins en moins onéreuses, une infrastructure de l'information prend rapidement forme. L'ordinateur peut mémoriser toutes les statistiques de première importance, soit non seulement des détails sur des opérations de tous genres, mais aussi des documents d'ordre juridique, médical et scolaire. Le traitement informatique permet de constituer un dossier électronique qui peut être conservé indéfiniment, à peu de frais.

2e préoccupation : Grâce aux réseaux informatiques et au progrès de la normalisation des protocoles de transmission, il est possible techniquement et il est de moins en moins coûteux d'interconnecter un grand nombre de bases de données. Une fois regroupés, les renseignements contenus dans ces bases peuvent servir à établir le dossier d'une personne très rapidement et à peu de frais. Cette activité s'inscrit dans un procédé global appelé «liaison de données» : l'ordinateur est programmé pour lire tous les renseignements contenus dans un fichier choisi et pour relier des données à n'importe quel élément d'information que renferme celui-ci. La plupart des gros ordinateurs utilisés par le gouvernement et le secteur privé peuvent effectuer cette opération.

> Il est tout aussi facile de repérer les individus nés entre 1930 et 1940 et qui sont médecins, que de relier les numéros d'assurance sociale des individus qui sont classés comme plombiers dans le premier fichier à des éléments d'un second fichier. Les limites sont aussi lointaines et les combinaisons aussi nombreuses que le permettent l'imagination et les lois de la logique mathématique. Tout à coup, les prédictions d'Orwell dans *1984* et l'ordinateur Hal dans *2001 : Odyssée de l'espace* ne sont plus de pures inventions romanesques.[8]

3e préoccupation : Au Canada, aucune loi ne protège la personne dans ce domaine. Sauf quelques exceptions, dont nous parlerons plus loin, il n'existe aucune interdiction formelle à l'égard de l'échange de renseignements de nature personnelle.

L'électronique accroît progressivement son emprise dans la vie des citoyens canadiens. Il est de plus en plus facile d'établir électroniquement leur profil, c'est-à-dire leurs habitudes, leurs préférences po-

litiques, leurs attitudes, leurs antécédents médicaux et toute une gamme d'autres renseignements personnels. Leur vie privée se trouve donc dangereusement compromise par l'existence de ce dossier électronique, mais elle l'est davantage si les données contenues dans une ou plusieurs banques donnent un profil inexact parce qu'elles n'ont pas été introduites correctement ou ne sont plus à jour. Le plus souvent, il est impossible de savoir quels renseignements sont gardées en mémoire et d'en vérifier l'exactitude.

Il y a une différence fondamentale entre les dossiers sur papier et les fichiers électroniques. Un dossier sur papier peut difficilement être falsifié, car l'altération de caractères manuscrits ou imprimés est souvent discernable. Le fichier électronique, par contre, est facile à altérer. Il est en effet possible de modifier les impulsions électriques transportant l'information sans laisser la moindre trace. Et il suffit de changer un seul bit dans une longue série pour modifier considérablement les renseignements stockés.

> Un document écrit qu'on a altéré, soit en effaçant des caractères, comme cela se pratiquait au Moyen-Âge, soit en les rayant, comme on l'a fait plus tard, ou en les grattant pour les remplacer par d'autres, laisse des traces qui n'échappent pas à l'oeil critique d'un expert. Un point ou un bit, comme on le nomme parfois, peut être écrit et recouvert maintes et maintes fois sans laisser de traces. Il est par conséquent impossible de savoir si des caractères ont été superposés ou pas : d'où la nécessité d'un système de sécurité permettant de s'assurer qu'ils ne le sont pas.[9]

La technologie «intelligente» augmente la vulnérabilité

L'avènement de l'ordinateur doté de mémoire a parfois des côtés amusants. Par exemple, on a constaté que l'ordinateur de commande du moteur à cylindrée variable V-8-6-4 de la Cadillac 1981 pouvait également servir d'«espion». Dès que l'automobile roulait à plus de 80 milles à l'heure ou que certains dispositifs étaient défectueux, l'ordinateur intégré l'enregistrait. Cadillac affirme n'avoir utilisé ces informations dans aucun litige portant sur la garantie, mais il n'en demeure pas moins que cette anecdote fait retentir les échos menaçants des prévisions orwelliennes.[10]

La vie privée est mise en péril non seulement par la mémorisation, la transmission et la manipulation directes des données, mais aussi par la surveillance. Des analyses de combinaisons de données détermineront si une personne a commis une infraction, ou si elle est sur le point de le faire. Au cours d'un entretien personnel, un éminent analyste de réseau américain a révélé que, jusqu'en 1980, les grandes compagnies aériennes des États-Unis remettaient couramment au ***Federal Bureau of Investigation*** (FBI) des bandes informatiques contenant des

renseignements sur les activités des passagers devant servir aux autorités pour vérifier si des membres du crime organisé allaient à l'étranger pour effectuer des virements illégaux de fonds et, le cas échéant, la fréquence de ces déplacements. Par ailleurs, la presse dévoile aussi à l'occasion des cas de surveillance. On a même prétendu que la *National Security Agency*, organisation américaine ultrasecrète, possédait un système d'ordinateurs capable de surveiller les conversations téléphoniques entre les États-Unis et les pays d'outre-mer. Le système essaie de repérer des mots-clés, tels que «bombe», «terroriste», «extorsion», ou tout autre terme codé. Dès que ces mots sont prononcés dans une conversation, celle-ci est enregistrée en entier et stockée. Les autorites tentent ensuite de dépister l'appel afin d'établir l'identité des interlocuteurs.

L'utilisation de caméras dans les endroits publics — magasins, banques, centres commerciaux, etc. — fournit un exemple plus courant de surveillance rendue possible par la micro-électronique. Cette pratique s'est révélée des plus utiles lors des empoisonnements au Tylenol survenus à Chicago en 1982, car elle a mené à l'arrestation d'un présumé coupable. En effet, dans l'une des pharmacies où se trouvait le produit Tylenol, on avait installé une caméra de surveillance dont on conservait les enregistrements pendant plusieurs mois. Après avoir étudié ceux-ci attentivement, les policiers analystes ont pu établir que James Lewis, présumé coupable, se trouvait dans ce magasin à peu près au même moment où les premiers empoisonnements furent découverts.

Toutes les autres méthodes de surveillance, trop nombreuses pour être énumérées ici, tirent profit de la capacité de mémoire inhérente à l'ordinateur. L'emploi de codes à barres, tels que le code universel des produits, permet d'augmenter sensiblement l'efficacité et la productivité de l'ensemble des opérations de manutention et de distribution des produits. Ces barres verticales apparaissent sur des milliards d'articles vendus dans les supermarchés, depuis les boîtes de nourriture pour chats jusqu'aux boîtes de céréales.

Faciles à lire et à décoder par un ordinateur, ces petites barres servent aussi à d'autres fins et se rencontrent ailleurs que dans les supermarchés. On s'en sert, par exemple, pour faire le relevé des marchandises à bord des transporteurs aériens, de la quantité de sang conservé dans les banques de sang et des demandes présentées au *U.S. Patent Office*. Elles permettent aussi d'établir l'identité des utilisateurs de bibliothèques et de cafétérias, celle des malades dans les hôpitaux, ainsi que des sportifs. Chaque produit figurant dans les catalogues de commande dont se servent les vendeurs est accompagné d'un code à barres, et au moins une compagnie aérienne a recours à ce système pour trier les bagages.

En facilitant la tâche des ordinateurs, les codes à barres améliorent l'efficacité de la manutention des produits. La plupart des ordinateurs ne peuvent pas lire les langages naturels comme le français ou l'anglais, et ceux qui le font coûtent cher et ne donnent pas de bons résultats. Même si les opérateurs qui entrent les données dans les ordinateurs au moyen de claviers sont très qualifiés, l'être humain, comparativement à l'ordinateur, est lent et sujet à se tromper. Grâce à des dispositifs de balayage spéciaux, les ordinateurs peuvent lire les codes à barres rapidement et correctement : c'est ce qu'on appelle, dans la terminologie de l'informatique, l'introduction automatique des données. En fait, les codes à barres sont aux ordinateurs ce que le braille est aux aveugles.

L'utilisation de ces codes profite aussi aux bibliothèques en leur permettant d'enregistrer les sorties et les retours de livres beaucoup plus rapidement que l'ancien système manuel, et de gérer plus efficacement leurs stocks. Mais la question de la protection de la vie privée entre en jeu lorsqu'on songe qu'il suffit de frapper quelques touches d'un clavier de terminal pour connaître les préférences littéraires d'un usager de la bibliothèque. Un article sur la vie privée, paru dans le *Globe and Mail*, citait ces paroles :

> L'autre jour, je suis allé à la bibliothèque, où l'on m'a remis une nouvelle carte avec un code à barres lisible optiquement. Cela veut dire qu'on peut désormais avoir un relevé de mes lectures préférées. Je n'aime pas qu'on sache tout à mon sujet.[11]

La quantité de renseignements enregistrés électroniquement augmente de jour en jour. Le gouvernement américain a recueilli quatre milliards de fiches sur ses citoyens, soit 17 fiches par homme, femme et enfant, accessibles rapidement et à peu de frais[12]. Selon les prévisions d'*International Business Machine* (IBM), la quantité de données stockées en direct dans des fichiers électroniques, qui est actuellement de 1,7 billion de caractères, septuplera en 1985[13].

Les bases de données sont-elles sûres?

Pour les administrateurs des secteurs public et privé, l'important c'est que les données soient mises à la disposition de ceux qui en ont besoin. Mais la sécurité ne compte-t-elle pas autant que l'accessibilité?

En voulant renforcer la sécurité d'un système informatique, on créerait peut-être de nouveaux coûts d'exploitation qui, à la limite, pourraient réduire à néant les gains de productivité que l'ordinateur a permis de réaliser. Aucun système informatique n'est à l'abri d'actes criminels. Beaucoup d'entre eux sont faciles d'accès et peuvent aisé-

ment être manipulés; à preuve : l'augmentation du nombre de délits informatiques.

Des employés de bureau ont ainsi utilisé des ordinateurs à des fins malhonnêtes, entre autres pour détourner des fonds, dérober des programmes et des services d'exploitation en temps partagé, consulter les soumissions de concurrents, détourner des stocks, divulguer des dossiers fiscaux et bancaires, copier de précieuses listes de distribution, examiner des fiches médicales et pharmaceutiques privées, contrefaire des chèques de paye, réduire ou annuler des primes d'assurance ou autres paiements échelonnés, ou altérer des relevés de notes de collèges ou d'universités.[14]

Il y a plusieurs années, au cours d'une conférence sur la prévention des délits informatiques, parrainée par la Sûreté de l'Ontario,[15] Richard G. Taylor, alors président de Datacrown, a fait remarquer dans son exposé qu'aucun système informatique n'était totalement sûr. Il a précisé que le système de sécurité de sa compagnie visait à sensibiliser les employés et les clients à l'importance de la sécurité.

Le système de Datacrown comporte divers mécanismes destinés à protéger les données, le matériel et les opérations, le logiciel, les communications et les immeubles de la compagnie, notamment l'application de mesures sécuritaires de recrutement et de congédiement de personnel, le port de plaques d'identité personnelles, l'accès restreint aux postes de traitement des données et l'utilisation de moyens matériels tels qu'un système codé de verrouillage des portes, des installations de prévention des incendies, des systèmes d'alarme et un système d'alimentation électrique sans interruption. Pour protéger les données, la compagnie emploie en outre des systèmes complexes de mots de passe, ainsi que des techniques de brouillage de chiffrement et plusieurs mécanismes de secours pour la protection des bandes.

Malgré toutes ces mesures de sécurité, M. Taylor s'est aperçu un jour qu'un employé d'une compagnie cliente projetait de fonder sa propre entreprise et de voler des renseignements contenus dans les fichiers de son ancien employeur, dont Datacrown avait la garde. «Après avoir étudié la question, a poursuivi M. Taylor, nous avons constaté que nous ne pouvions porter aucune accusation importante, et nous avons donc renoncé à intenter des poursuites. Il s'agit d'un très grave problème, car cela signifie que la technique informatique rend la loi inhabile à nous protéger dans l'éventualité de délits.»

Selon M. Taylor, les systèmes de sécurité informatique sont limités par des facteurs humains et financiers. «Jusqu'où peut-on pousser les mesures de sécurité sans empiéter sur les libertés et les droits fondamentaux de la personne? Une organisation a-t-elle le droit de fouiller un employé si elle soupçonne qu'il essaie de s'emparer de renseignements confidentiels ou d'autres biens de la compagnie? Jusqu'à quel

point une entreprise peut-elle en toute liberté de conscience surveiller les habitudes de vie d'un employé en particulier? »

Les bases de données des grandes sociétés ne sont pas en sécurité. Même les procédés de chiffrement les plus perfectionnés (codage et brouillage des données informatiques) peuvent être découverts. Et s'il est possible de percer des codes aussi complexes que ceux utilisés par des organismes ultrasecrets tels que la *National Security Agency* et la *Central Intelligence Agency* des États-Unis, faut-il dès lors s'étonner de la réaction du citoyen moyen lorsque les fonctionnaires du gouvernement essaient de le convaincre que les informations détenues à son sujet sont confidentielles et bien à l'abri dans l'ordinateur de l'État? [16]

On peut souvent nous connaître sans nous avoir rencontrés

Par suite de la révolution qui s'est opérée dans le domaine des communications depuis 20 ans, une multitude de renseignements personnels stockés dans des ordinateurs des secteurs public et privé sont devenus accessibles. Comme la communication des renseignements entre différentes banques de données n'est habituellement pas réglementée, il est à peu près, sinon absolument impossible de savoir qui possède des renseignements sur notre vie personnelle, et de quels renseignements il s'agit. Ainsi, les organismes publics et privés en arrivent-ils à détenir une foule de renseignements — et en même tant de pouvoirs — sur les particuliers.

Grâce aux ordinateurs, le consommateur bénéficie de facilités de crédit dans le monde entier. Mais dans un système où l'on peut acheter des biens à crédit, il faut que le commerçant dispose d'un moyen efficace et rapide de vérifier la solvabilité du client avant qu'il ne sorte du magasin. En créant un vaste fond commun de données, les agences de renseignements financiers qui sont reliées à un ordinateur ont répondu à ce besoin.

Habituellement, la demande de crédit renferme les renseignements suivants : «nom et adresse, situation familiale, lieu de travail, salaire approximatif, limite de crédit, comptes courants, montant des versements et, dans le cas des dossiers de compagnies d'assurance, renseignements médicaux et hospitaliers et «risques d'ordre moral» — liaisons extraconjugales, homosexualité, abus d'alcool ou autres facteurs sociaux qui pourraient augmenter le risque.» [17]

De tels renseignements pourraient évidemment donner lieu à des abus. Il est possible en effet qu'un dossier inexact empêche quelqu'un d'obtenir un prêt, une hypothèque ou même un emploi. L'erreur, causée par malice ou par négligence, peut demeurer dans une banque de données pendant des années sans que la victime ne se doute de quoi que ce soit.

Le fait qu'un grand nombre d'entreprises aient facilement accès à des dossiers personnels constitue une entrave à la liberté individuelle. Par exemple, l'Association des bureaux de crédit du Canada échange des renseignements sur le crédit avec 3 000 entreprises de Montréal. Ainsi, dans cette seule ville, au moins 3 000 personnes peuvent consulter des renseignements précis sur la situation financière de millions d'autres personnes.

Les ordinateurs des agences de renseignements financiers renferment des données sur une grande partie de la population, bien que celle-ci l'ignore souvent. Par exemple, une base de données d'une banlieue de Los Angeles contient à elle seule des états de crédit condensés de 86 millions d'Américains. Des milliers de magasins, de tous les coins du pays, peuvent obtenir ces renseignements en quelques secondes. Cette agence de renseignements financiers, filiale de la compagnie aérospatiale TRW, vend quelque 35 millions de dossiers de crédit chaque année à ses 24 000 abonnés.[18]

Suite aux pressions exercées par le gouvernement à la fin des années 60, l'*Associated Credit Bureaus of America* a commencé à mettre ses dossiers à la disposition de la population. Son équivalent canadien fait de même. Théoriquement, la vérification personnelle devrait permettre d'accroître l'exactitude des dossiers, mais en pratique, elle n'est efficace que s'il y a consultation régulière. La communication des dossiers aux intéressés est laissée à la discrétion des agences de renseignements financiers : aucune loi n'y préside.

Chaque année, le service des relations publiques de TRW reçoit environ 350 000 plaintes officielles au sujet de l'exactitude des dossiers informatisés de la société, dont 100 000 donnent lieu à des corrections. On peut se demander dès lors combien de données erronées passent inaperçues et nuisent à l'obtention d'une hypothèque ou d'une autre forme de crédit.[19]

Le perfectionnement des méthodes de stockage et de transmission de l'information a ouvert de nouvelles avenues aux gouvernements et leur a permis d'élargir leur rôle dans la vie des individus. C'est ainsi qu'ils ont pu créer des programmes d'aide universels tels que l'assurance-chômage et l'assurance-maladie, en vertu desquels les particuliers doivent fournir des renseignements personnels aux fins des systèmes informatisés.

Beaucoup ne voient aucune raison de s'opposer à communiquer des renseignements personnels au gouvernement, puisque, comme celui-ci en donne l'assurance, cette divulgation est à leur avantage.

Les dangers que comporte la collecte de vastes quantités de données commencent à poindre. Le risque de vol de dossiers de l'État par des moyens électroniques est maintenant réel. Bien que les ordinateurs soient relativement sûrs, la centralisation massive de renseignements

incite davantage à la consultation illicite. Les 1 500 répertoires de renseignements personnels du gouvernement canadien ne sont certainement pas à l'abri de toute transgression. Nous en avons eu la preuve au printemps de 1980, lorsque des élèves du niveau secondaire de New York sont parvenus à consulter quelques banques de données du gouvernement canadien par ligne téléphonique ordinaire.

En août 1983, un des membres d'un groupe d'amateurs en informatique de Milwaukee, au Wisconsin, a commis une infraction beaucoup plus grave en accédant aux données d'un ordinateur du *Los Alamos National Laboratory* qui était jugé «à caractère non confidentiel» car il servait au traitement du courrier électronique. Fait tout aussi renversant, un autre membre de ce même groupe d'amateurs a réussi, à l'aide de son ordinateur Apple, à consulter illégalement les dossiers des malades du *Memorial Sloan-Kettering Cancer Center* de New York.[20]

Il existe un autre problème, plus fréquent et plus sournois celui-là: les renseignements communiqués à un organisme gouvernemental aboutissent souvent dans les banques de données d'autres ministères ou de sociétés privées, à l'insu ou sans l'autorisation de l'intéressé.

Voici un cas qui montre bien à quel point les ordinateurs peuvent facilement échanger des renseignements. Il y a plusieurs années, à Winnipeg, un élève du niveau secondaire ayant mal codé son test d'aptitude scolaire (*Scholastic Aptitude Test-SAT*), l'ordinateur le classa comme faisant ses études à Kaboul, en Afghanistan. Des semaines plus tard, tandis qu'on évacuait les Canadiens de l'Afghanistan pendant les insurrections musulmanes, le gouvernement fédéral appela l'école pour savoir si l'un de ses élèves était étudiant à Kaboul. Selon toute vraisemblance, le gouvernement canadien avait eu accès aux fichiers informatiques de la SAT aux États-Unis au cours des recherches qu'il avait effectuées au sujet des Canadiens en Afghanistan.[21]

En 1972, après avoir étudié les modes d'utilisation des dossiers personnels dans tout le Canada, le groupe d'étude sur la protection des renseignements personnels et les ordinateurs a fait les constatations suivantes : l'échange de données entre les systèmes est beaucoup plus répandu et il y a plus d'erreurs dans les dossiers qu'on ne l'imagine, mais l'exploitation ordinaire ou abusive d'ordinateurs a rarement porté atteinte à la vie privée. Cependant, comme la quantité de renseignements personnels informatisés augmente à un rythme effréné et que la population attache de plus en plus d'importance à la protection de la vie privée et veut même accroître cette protection, de graves difficultés risquent de s'ensuivre.[22]

La liaison d'ordinateurs et de systèmes de télécommunications

dans tout le monde occidental a donné naissance à un imposant réseau policier :

> Grâce au réseau de communications policier, un officier de justice municipal peut savoir en quelques minutes si une personne détenue pour infraction au code de la route est recherchée ailleurs pour un autre délit, et en communiquant avec un central informatique, il peut savoir presque immédiatement si un suspect conduit une automobile volée. Les empreintes digitales, l'un des principaux moyens d'identification, peuvent être mises sur ordinateur. L'informatisation de ce procédé est si répandue que, quelle que soit la provenance de la demande, les empreintes peuvent être identifiées en l'espace de quelques minutes.[23]

Le fait qu'un document soit stocké dans un ordinateur ne veut pas dire qu'il est exact. Une étude de l'*Office of Technology Assessment* du Congrès des États-Unis a révélé que seulement la moitié des dossiers d'individus ayant des antécédents criminels envoyés par le FBI à des autorités judiciaires locales étaient «complets, exacts et clairs». Les avantages d'un système informatique national de renseignements sur les actes criminels doivent être évalués en fonction des erreurs qui se produisent parce que les renseignements sont incomplets ou inexacts, qu'ils sont mal entrés dans l'ordinateur, ou qu'ils sont périmés.[24]

Les systèmes électroniques permettent de mieux connaître un individu

L'utilisation de systèmes interactifs personnels (télévision par câble ou téléphonie) porte aussi atteinte à la vie privée. Outre les cas abordés dans le présent chapitre, les quotidiens offrent de nombreux exemples de la façon dont les systèmes de télévirement à domicile, ou vente téléinformatisée, peuvent aider à dresser le profil des consommateurs. On se demande surtout dans quelle mesure certains systèmes bidirectionnels permettent de connaître les goûts des téléspectateurs.

Par exemple, la société Qube[25], de Columbus, en Ohio, fonctionne selon un système de paiement par émission, et, par conséquent, elle conserve des dossiers sur les préférences de ses abonnés. Bien qu'un abonné n'ait pas à s'inquiéter s'il préfère regarder des films pour adultes ou des films pornographiques, le seul fait de savoir que quelqu'un connaît son choix d'émissions, dans l'intimité de son foyer, suffit à le mettre mal à l'aise.

Un autre point mériterait notre attention : bien que la société de câblodistribution ne porte pas ou ne doive pas porter de jugement sur les goûts de ses abonnés (tout comme les sociétés de téléphone sont indifférentes aux conversations qui ont cours sur leurs lignes), la police

ou un tribunal pourrait occasionnellement demander accès aux dossiers de la société de câblodistribution.

En fait, cela est arrivé à la société Qube lors d'un procès mettant en cause un exploitant de cinéma local accusé d'avoir projeté deux films obscènes pour adultes. Pour prouver que ces films ne contrevenaient pas aux normes morales de la collectivité, l'avocat de la défense a tenté de démontrer la popularité de l'un deux parmi les résidents. Ce film ayant aussi été présenté par Qube, celle-ci fut appelée à comparaître et à divulguer les statistiques ***générales*** révélant la popularité du film en question et les profils d'utilisation du canal d'émissions pour adultes. (Les témoignages ont révélé que 10 655 téléviseurs syntonisaient le canal diffusant *Taxi Girls* et d'autres films pour adultes, et que 25 pour cent des abonnés de Qube regardaient les émissions pour adultes diffusées sur ce canal.) De tels profils d'écoute ne portent-ils pas atteinte à la vie privée des résidents d'une localité ou d'un quartier?

Les représentants de Qube veulent empêcher que les dossiers d'écoute ***individuels*** soient révélés aux tribunaux et ils se disent prêts à porter cette cause jusqu'à la Cour suprême des États-Unis. Mais d'autres sociétés de communications interactives au foyer seraient-elles aussi fermes et se garderaient-elles avec autant de rigueur de dévoiler des renseignements personnels? Les lois et les règlements qui régissent l'accès des tribunaux aux dossiers individuels ne sont en effet pas très bien définis.[26]

À mesure que se multiplient les services offerts par les systèmes interactifs personnels, il y a un accroissement parallèle des atteintes à la vie privée. Le système électronique de transfert de fonds, par exemple, présente des risques d'abus considérables. Les renseignements personnels acheminés par ce système sont extrêmement révélateurs : activité quotidienne, habitudes d'achats et de dépenses, produits ou marchands habituels, préférences en matière de religion ou de sociétés de bienfaisance, habitudes de voyage, et même faits personnels que les membres d'une même famille se cachent mutuellement. Le service de police pourrait utiliser le système électronique de transfert de fonds pour surveiller les fonctionnaires malhonnêtes et les membres du crime organisé et prendre contre eux des mesures sévères. Mais cette surveillance ne pose-t-elle pas un danger si elle vise les activités financières d'honnêtes gens? Des abus survenus dans le domaine de l'écoute électronique nous font douter que l'intimité des citoyens serait respectée.

Des questions se posent. Qui sera responsable de la sécurité et de la sauvegarde de ces renseignements financiers? Existera-t-il des mesures législatives obligeant les exploitants de câblodistribution, les banques, les organismes gouvernementaux et les commerçants à con-

trôler la circulation des renseignements personnels? Dans l'affirmative, quelles en seront les dispositions? Et comment peut-on amener les détenteurs de ces informations à observer certaines normes de protection de la vie privée?

La transition vers la société d'information soulève également d'importantes questions générales. Quels genres de renseignements seront fournis et qui les fournira? Pouvons-nous résoudre le dilemme entre le besoin d'information de la société et le respect de la vie privée de l'individu? Quel est le droit de l'individu à l'égard des renseignements qui le concernent? De qui les systèmes d'information relèvent-ils et comment peut-on garantir l'observation de tout règlement éventuel? Enfin, combien de renseignements faut-il réunir au sujet d'un particulier pour assurer le bon fonctionnement de la société, et sur quoi fonder cette décision?

Chapitre 6

La vie privée : des solutions

La législation pour protéger la vie privée : un premier pas encourageant

La multiplication des ordinateurs dans la société occidentale, depuis le début des années 1960, suscite des préoccupations concernant les répercussions de ce phénomène sur la vie privée des gens. Au cours des années 1970, de nombreux pays européens, particulièrement la Suède, l'Allemagne de l'Ouest et la France, ont créé des organismes de protection des données qui réglementent le stockage de renseignements personnels dans les secteurs public et privé. Ce processus s'est poursuivi en Europe occidentale pendant les années 1980. Le Canada et les États-Unis ont fait si peu en ce domaine qu'ils n'ont même pas encore mis en place des services chargés de protéger la vie privée des citoyens au niveau national. En 1982, le gouvernement québécois a annoncé l'adoption de mesures législatives pour l'application des recommandations contenues dans le rapport de la Commission Paré, présenté en 1981. Une de ces recommandations portait sur la création d'une commission de style européen pour la protection des données. Le gouvernement fédéral des États-Unis poursuit actuellement le débat pour déterminer si le Congrès peut continuer à protéger la vie privée des citoyens secteur par secteur. La simple tâche de préparer de nouvelles mesures législatives précises pour des domaines tels que les dossiers médicaux obligera peut-être les États-Unis à créer un type d'organisation de protection des données à l'usage du gouvernement fédéral.[1]

Les pays européens sont actuellement mieux préparés que le Canada et les États-Unis à faire face aux problèmes de protection de la vie privée suscités par les nouvelles technologies de l'information. Par exemple, la Suède, l'Allemage de l'Ouest et la France peuvent facilement référer la plupart des problèmes qui se posent dans ce domaine à des services de protection des données déjà en place à des fins d'étude, d'évaluation et de recommandation de mesures de réglementation. Ces services délivrent des permis ou donnent des conseils relatifs à tous les nouveaux systèmes de renseignements personnels. Par contre, le droit canadien ne reconnaît guère la protection du droit juridique à la vie privée.

On commence à peine à prendre des mesures pour protéger les renseignements personnels à une époque où le changement technologique s'accélère. La plupart du temps, la méthode que les pays industrialisés occidentaux ont choisie est le recours aux mesures législatives pour limiter l'ingérence dans la vie privée. Toutefois, les recours en justice, l'autoréglementation des milieux industriels et professionnels

les campagnes de sensibilisation du public, de même que les mesures collectives et individuelles pourraient être tout aussi importants.

Mesures législatives : premiers efforts du Canada

Les efforts du Canada pour limiter l'ingérence dans la vie privée ont réellement commencé avec l'adoption et la mise en application de mesures législatives relatives à l'accès aux informations concernant la vie privée dans le cadre de la Loi canadienne sur les droits de la personne votée en 1978[2]. Ces mesures législatives permettaient aux particuliers d'avoir accès aux renseignements les concernant contenus dans certains documents du gouvernement fédéral. Elles leur donnaient également le droit, dans certains cas, de rectifier tout renseignement personnel en possession de ce gouvernement.

Plus récemment, c'est-à-dire en 1982-1983, ces mesures législatives ont été modifiées en fonction de la politique d'accès aux documents publics exposée dans la Loi sur la protection des renseignements personnels. Les principales modifications apportées aux mesures législatives de 1978 sont les suivantes :

- Si on refuse à une personne l'accès à ses dossiers personnels, elle peut interjeter appel devant les tribunaux.
- L'extension de l'accès à tous les renseignements personnels détenus par le gouvernement fédéral, et non seulement aux renseignements utilisés à des fins administratives.
- La création d'une liste de toutes les tierces parties qui ont accès aux renseignements personnels.
- Le renforcement des pouvoirs du bureau du Commissaire à la protection de la vie privée.

La Loi sur la protection des renseignements personnels, qui s'applique à certains organismes fédéraux, accorde aux particuliers un accès restreint aux documents renfermant des renseignements personnels et des droits limités de correction. On peut présenter des plaintes au Commissaire à la protection de la vie privée, et certaines d'entre elles peuvent faire l'objet d'un appel devant la Cour fédérale du Canada. La Loi sur la protection des renseignements personnels prévoit la publication d'un répertoire annuel des documents fédéraux dans lesquels figurent des renseignements personnels.

Le gouvernement fédéral a adopté d'autres mesures législatives pour protéger la vie privée, notamment :

- la Loi de 1974 sur la protection de la vie privée, destinée à incorporer dans le code pénal les dispositions législatives concernant l'usage des tables d'écoute;
- la Loi de l'impôt sur le revenu de 1976-1977, chapitre 33, dont l'ar-

ticle 241 limite la transmission de renseignements fiscaux personnels;

- la Loi sur la statistique de 1970-1971, chapitre 15, dont les articles 6 et 16 interdisent la divulgation de renseignements statistiques personnels.

Au niveau provincial, aucune loi sur l'accès à l'information et sur la protection de la vie privée n'a encore été mise en application. Toutefois, il est fort probable que le gouvernement québécois prendra des mesures législatives en cette matière en 1984, et nous savons déjà que la Commission royale de l'Ontario sur la protection de la vie privée, la Commission Williams, a recommandé l'adoption de mesures législatives sur l'accès à l'information et la protection de la vie privée[3]. De plus, il existe déjà certaines mesures législatives provinciales connexes, par exemple la *Fair Credit Reporting Act* de l'Ontario, qui permet l'accès aux dossiers personnels de crédit et accorde certains droits de correction.

Bien que le droit anglo-saxon, au Canada, ne reconnaisse pas explicitement le droit à la vie privée, les provinces du Manitoba, de la Saskatchewan et de la Colombie-Britannique ont adopté des lois relatives à la vie privée qui protègent la personne dans certaines circonstances. Ces mesures concernent l'utilisation non autorisée de lettres personnelles, de journaux privés et autres documents personnels. On y propose également la possibilité de contrôler l'envahissement injustifié de la vie quotidienne par l'écoute clandestine et la surveillance directe ou électronique. Toutefois, aucune des trois lois sur la vie privée ne traite expressément de l'utilisation inappropriée ou non autorisée de renseignements personnels fournis volontairement à une autre personne ou à une institution et intégrés dans une banque de données.[4]

Comme l'a indiqué le professeur David Flaherty, de l'université Western Ontario, dans le cadre de ses études internationales sur les mesures législatives en matière de protection de la vie privée, l'approche nord-américaine diffère considérablement des initiatives prises par certains pays de l'Europe occidentale, par exemple la Suède, l'Allemagne de l'Ouest et la France[5]. Au lieu de concentrer principalement leurs mesures législatives sur l'accès aux documents gouvernementaux, les Européens ont choisi d'appliquer également ces mesures au secteur privé. Pour empêcher une utilisation abusive des renseignements personnels, des commissions de protection des données accordent des permis d'exploitation aux gestionnaires des banques de données personnelles.

Les États-Unis ont fait quelques pas dans cette direction. Ils ont étendu la portée de la loi de 1974 sur l'accès aux renseignements personnels contenus dans les dossiers du gouvernement fédéral en votant, en 1979, une loi qui autorisait l'accès aux documents d'établis-

sements financiers du secteur privé. Comme il a été mentionné plus haut, au début des années 1980, la Commission Paré, au Québec, et la Commission Williams, en Ontario, ont toutes deux recommandé la création d'une commission de protection des renseignements personnels inspirée du modèle européen.

La création d'une commission canadienne de protection des données personnelles deviendra peut-être une nécessité du fait que différents groupes d'intérêt demandent que soient adoptées des mesures législatives pour protéger, dans presque tout le secteur privé, la vie privée des individus (par exemple en ce qui concerne l'accès aux dossiers médicaux); ces mesures comprendraient également des dispositions relatives à la protection des renseignements personnels échangés d'un pays à un autre et reconnaîtraient qu'il est possible d'obtenir une meilleure participation du public à la mise en oeuvre des mesures de protection de la vie privée grâce à la tenue, par les organismes réglementaires, d'audiences concernant l'octroi de permis.

Cependant, ceci ne veut pas dire que les pays européens, grâce à leurs mesures législatives de protection de la vie privée, peuvent résoudre tous les problèmes d'ingérence posés par les nouvelles technologies de l'information. Mais une chose est sûre, c'est que la législation européenne va plus loin que celle du Canada ou des États-Unis.

Un chercheur dans le domaine de la protection de la vie privée au Canada, Ken Rubin[6], protecteur du consommateur et défenseur des libertés civiques, aimerait que soient renforcées les mesures législatives adoptées en 1982. Il reproche à la nouvelle loi sur la protection de la vie privée :

- son approche essentiellement «subséquente au fait», limitée à certains documents gouvernementaux; Rubin préconise une loi sur la protection globale de la vie privée «antérieure au fait»;
- sa faiblesse au niveau de la façon dont on obtient les renseignements et le consentement personnel, et au plan de la propriété de ces mêmes renseignements;
- le fait qu'elle permet à un trop grand nombre de tiers l'accès à un nombre excessif de renseignements personnels, tout en permettant qu'un grand nombre de banques de données personnelles soient inaccessibles aux particuliers visés par ces informations;
- de ne pas veiller suffisamment à ce que les renseignements personnels obtenus dans un but précis ne soient pas combinés à d'autres renseignements personnels, que ce soit grâce aux numéros d'assurance sociale ou par d'autres moyens.

Rubin préconise l'adoption du système européen d'octroi de permis et de réglementation, mais il dépasse les questions d'accès à la vie privée en proposant l'adoption d'un vaste projet de loi qui imposerait des restrictions concernant des questions comme l'écoute clandes-

tine ou l'ouverture du courrier, l'utilisation de détecteurs de mensonge, l'interception de messages informatiques et les mandats de perquisition générale. Un tel projet de loi réglementerait également les flux de données transfrontières, le contrôle électronique du rendement personnel et l'utilisation à des fins commerciales des listes et des profils d'abonnés créés par des réseaux de vidéotextes interactifs ou d'autres systèmes semblables.

Malgré tout, la plupart des observateurs considèrent que le Canada a pris un bon départ, car plus de 10 000 Canadiens se prévalent chaque année des dispositions concernant l'accès à l'information et la protection de la vie privée adoptées en 1978. La Loi de 1982 sur la protection des renseignements personnels stipule que le Parlement devra reviser la législation sur la protection de la vie privée en 1986-1987. On propose déjà des amendements au code pénal qui permettraient d'accroître la protection de la vie privée. Il s'agit des propositions récentes visant à empêcher certains genres de délits informatiques et à indiquer comment procéder dans ces cas, notamment pour ce qui est de l'accès non autorisé à des renseignements personnels et de leur utilisation illégale.

Les recours en justice : une approche intéressante

Certaines personnes croient que les précédents juridiques des prochaines années faciliteront considérablement la protection de la vie privée. Jusqu'à présent, les tribunaux canadiens n'ont pas reconnu les préjudices ni le droit légal à la vie privée, et il y a eu peu de recours en justice pour des motifs d'ingérence dans la vie privée par vol de renseignements personnels.

Le recours en justice et les précédents juridiques ont été prônés par trois instances différentes. Tout d'abord, en Ontario, la Commission Williams a recommandé dans son rapport final (chapitre 35) que soit institué le droit civique d'intenter des poursuites judiciaires contre la province si elle utilise des données personnelles à des fins inappropriées; si des renseignements personnels préjudiciables sont divulgués, la personne concernée pourrait obtenir un dédommagement pécuniaire.

Dans un autre domaine, Inger Hansen, ex-commissaire à la protection de la vie privée (maintenant commissaire à l'accès à l'information) a souligné dans son rapport au Parlement le besoin d'amender le code pénal de manière à ce que le vol de renseignements personnels devienne un acte délictueux. Le code pénal comporte des lacunes relativement à ce genre de «vol», car il s'intéresse plus au vol de biens matériels qu'à celui de renseignements personnels.

Une troisième formule, moins connue, consisterait à intenter une

action en invoquant la nouvelle Charte canadienne des droits et libertés, en particulier la clause sur «la vie, la liberté et *la sécurité de la personne* ». On a déjà commencé à avoir recours à cet article de la Charte pour connaître l'opinion des tribunaux sur d'autres questions comme l'avortement. L'utilisation du droit constitutionnel, ainsi que de remèdes d'ordre civique et pénal, pourrait très bien faire progresser la cause de la protection de la vie privée.

Il y a néanmoins ceux qui considèrent les recours en justice comme onéreux et exigeant beaucoup de temps, et ne constituant pas nécessairement un moyen de décourager l'ingérence des institutions ou des particuliers dans la vie privée. Il est toutefois certain qu'un moyen très efficace de protéger la vie privée aura été ajouté à une série de mécanismes déjà en place si la notion de contrôle individuel des renseignements personnels est appuyée par les tribunaux, ou s'il devient illégal de modifier, d'utiliser, de traiter, de manipuler, de transmettre ou de détruire des renseignements personnels sans l'autorisation de la personne concernée ou de la manière indiquée dans des lois claires et précises.

Autoréglementation des milieux industriels et professionnels

Les ordonnances de tribunaux et les mesures législatives ne peuvent pas, à elles seules, imposer une nouvelle conception de l'importance que revêt la protection des renseignements personnels. Les entreprises du secteur privé ou public, à but lucratif ou non, pourraient contribuer à assurer la protection de la vie privée en adoptant volontairement des codes de conduite en ce domaine, en prenant des décisions au niveau de la direction, au moyen des négociations collectives ou en procédant à une nouvelle définition des normes régissant les groupes professionnels.

Certaines des plus grandes multinationales, par exemple la société *International Business Machines* (IBM), ont déjà adopté un code détaillé de directives concernant la protection de la vie privée, à l'intention de leurs employés. D'autres sociétés, par exemple l'*American Express*, ont adopté certaines mesures pour protéger la vie privée de leurs clients. Certaines compagnies canadiennes d'assurance comme *Aetna Casualty Company of Canada*, *London Life* et *Excelsior Life Insurance Company* ont déjà procédé à une autoréglementation en matière de renseignements personnels, et elles ont publié des codes détaillés concernant la protection de la vie privée. En 1982, la Banque de Montréal a publié un code portant sur la vie privée et le caractère confidentiel des renseignements en sa possession[7]. Certains syndicats, par exemple le Syndicat des postiers du Canada, ont essayé de faire inclure dans leurs conventions collectives des mesures de protection pour mainte-

nir le caractère confidentiel des données concernant le rendement professionnel individuel obtenues par des moyens électroniques. Des associations professionnelles comme l'Association canadienne de l'informatique ont également commencé à discuter de normes en matière de vie privée.

Certains organismes du secteur public ont également établi des politiques de protection de la vie privée. Par exemple, un comité consultatif spécial concernant les systèmes de données personnelles, rattaché au secrétariat américain à la santé, à l'éducation et au bien-être, a proposé l'adoption d'un code de pratiques justes en matière d'information, qui renferme les principes suivants :

- Il ne doit y avoir aucun système d'archivage de données personnelles dont l'existence est secrète.
- Les particuliers doivent pouvoir savoir quels renseignements sont inscrits à leur dossier et comment ils sont utilisés.
- Ils doivent aussi pouvoir corriger ou modifier un document dans lequel sont inscrits des renseignements personnels identifiables.
- Ils doivent également pouvoir empêcher que des renseignements personnels obtenus dans un but précis soient utilisés ou deviennent disponibles à d'autres fins sans leur autorisation personnelle.
- Tout organisme qui crée, maintient, utilise ou diffuse des documents renfermant des données personnelles identifiables doit garantir que ces données seront utilisées aux fins prévues; il doit aussi prendre les mesures nécessaires pour prévenir les abus.[8]

Encore une fois, cette approche a ses limites. Ce ne sont pas tous les organismes qui adopteront de tels codes de conduite ou les respecteront dans les faits. En effet, l'autoréglementation peut parfois agir comme trompe-l'oeil et cacher une attitude de laissez-faire ou de faiblesse face à la protection de la vie privée.[9]

Les médias et les établissements d'enseignement

La meilleure approche consiste peut-être en une plus grande sensibilisation du public à la question de la vie privée; mais ceci n'est valable que s'il y a prise de conscience et publicité. Malheureusement, les médias et les établissements d'enseignement canadiens ne sont pas actuellement à l'avant-garde en matière de protection de la vie privée.

On a peu fait, dans les écoles, pour préparer les élèves à faire face au problème de l'ingérence dans la vie privée ou à celui de la protection de leur identité personnelle. Même les collèges ou les universités offrent peu de cours en ce domaine. Ce sont des écoliers de Milwaukee et de New York qui ont montré de façon éclatante comment il est facile de s'immiscer dans la vie privée grâce à la technologie moderne.

À quelques exceptions près, les médias ont été réticents, eux aussi,

à faire des reportages en profondeur sur ces questions. Au contraire, certains cas portés devant les tribunaux révèlent jusqu'à quel point les médias souhaitent accéder davantage aux renseignements personnels, que ce soit par le moyen des tribunaux pour mineurs ou autrement.

Les médias sont partagés entre l'intérêt des reportages sur la vie privée et la nécessité de sensibiliser le public aux dangers du viol de l'intimité. Le Conseil de presse de l'Ontario a décrit ce dilemme dans certains de ses communiqués, dont la brochure *To Name or Not to Name* publiée en 1974.

Il est évident qu'il faudra s'intéresser davantage aux diverses façons dont les établissements d'enseignement et les médias peuvent contribuer à assurer la protection de la vie privée.

Action collective et action individuelle

On oublie souvent ce que les gens peuvent faire eux-mêmes au niveau local, en groupe ou individuellement. Ken Rubin dresse une liste de diverses mesures individuelles et collectives qui peuvent aider à protéger la vie privée.[10] Voici quelques exemples de mesures individuelles :

- fournir uniquement les renseignements nécessaires;
- éviter d'utiliser des cartes de crédit;
- indiquer sur les formules de renseignements personnels que les informations fournies sont la propriété de la personne qui les donne, et qu'ils ne doivent être utilisés que dans le but indiqué;
- lire des ouvrages ou des articles portant sur le caractère privé de l'information et demander que des cours soient organisés à ce sujet;
- écrire à la rédaction des journaux, aux hommes politiques ou au Commissaire à la protection de la vie privée;
- présenter un exposé lors des audiences d'une commission d'enquête pertinente;
- amener les médias à parler des infractions commises à l'égard de l'information confidentielle;
- entamer des poursuites judiciaires pour abus de confiance;
- demander quelles sont les lois qui obligent un particulier à fournir des renseignements dans des situations déterminées.

Voici quelques exemples de mesures collectives :

- se joindre à un comité local de défense des libertés civiques, ou en former un;
- tenir des réunions publiques;
- organiser des pétitions;
- publier un bulletin sur la protection de la vie privée;
- chercher à obtenir l'appui d'autres groupes;

- présenter des mémoires et exercer des pressions en vue de changements;
- faire enquête sur les infractions locales en matière de vie privée et en publier les résultats;
- effectuer une recherche concernant les affaires judiciaires portant sur certaines exemptions ou cas d'accès non autorisé de la part de tierces parties;
- exercer des pressions pour faire inclure dans les conventions collectives des dispositions protégeant le caractère confidentiel de l'information;
- retirer sa clientièle aux établissements commerciaux ou financiers qui ont recours à des pratiques malhonnêtes en matière d'information;
- boycotter les entreprises qui s'ingèrent agressivement dans la vie privée des clients ou des employés.

Rubin affirme que l'ingérence dans la vie privée n'épargne personne, sous une forme ou une autre, et que les citoyens doivent commencer à demander aux gouvernements et au secteur privé pourquoi, pendant combien de temps, et dans quel but ils ont besoin de renseignements personnels. Il prétend que les politiques en matière de protection de la vie privée devraient faire l'objet de débats publics, et que l'ingérence dans la vie privée entraînera une crise sociale nationale et posera un sérieux problème dans les rapports futurs entre citoyens et gouvernement si l'attitude qui prédomine est celle du laissez-faire. Il est d'avis qu'un sain scepticisme peut mener à des actions collectives et individuelles positives, lesquelles permettront aux particuliers de contrôler les données qui les concernent.

Combiner différentes stratégies : un programme pour la protection de la vie privée

Ce n'est que par un changement d'attitude et par une multitude de stratégies appliquées consciemment à tous les niveaux de la société que la vie privée des particuliers sera protégée. Il faut une action individuelle et collective pour lutter contre l'ingérence dont l'individu peut être victime. L'intervention du gouvernement en ce sens ne peut être efficace sans l'appui du public et sans une action parallèle sur les lieux de travail et dans la communauté.

Une personne peut jouer de nombreux rôles dans la lutte pour la protection de la vie privée. Par exemple, au lieu de s'installer confortablement dans un emploi sans problème, un(e) informaticien(ne) peut décider de participer très activement à la préparation d'un code déontologique pour la protection de la vie privée, et il(elle) peut aider à convaincre la société pour laquelle il(elle) travaille à faire de même,

tout en organisant une campagne de sensibilisation du public par l'intermédiaire d'un groupe professionnel. Cette même personne peut se joindre à un groupe de défense des libertés civiques, dont l'une des activités pourrait être de s'occuper des cas d'ingérence dans la vie privée ou d'exercer des pressions pour obtenir une législation plus progressiste en matière de protection de la vie privée.

Il est illusoire de penser que «seul mon voisin peut être victime d'ingérence dans sa vie privée.» Pour nous protéger contre une telle ingérence, il nous faut des mesures de prévention plutôt que des solutions de fortune. Bien qu'elles ne puissent jamais garantir une protection absolue de la vie privée, des mesures valables et énergiques prises simultanément sur divers fronts feront beaucoup pour empêcher une intrusion abusive.

On peut affirmer sans trop risquer de se tromper que les législateurs et les groupes de citoyens mettront au point des formules de plus en plus ingénieuses pour protéger la vie privée des Canadiens. Toutefois, l'auteur considère que ces mesures ne résoudront pas le problème fondamental qui, à cause de sa dimension psychologique, ne se prête pas à des solutions faciles. Le problème se situe au niveau de l'autonomie individuelle et de la perte possible de contrôle sur les diverses données et caractéristiques de l'individu.

Chapitre 7

La vie privée : sa dimension psychologique

Presque tous les écrits sur la vie privée traitent des atteintes à la vie personnelle sans toutefois dire exactement à quoi certaines pratiques portent atteinte. Cela tient au fait que la notion de vie privée est en soi difficile à définir. On peut sans trop de peine savoir quand il y a ingérence dans la vie privée d'une personne ou d'un groupe de personnes, mais il est plus difficile de déterminer si le degré d'intimité souhaité par une personne est approprié. À certains égards, la protection de la vie privée peut être comparée à la protection contre le bruit. Si une personne se plaint du bruit que fait la tondeuse à gazon ou le chien de son voisin, cela ne signifie pas nécessairement qu'elle veut s'entourer d'un silence total, mais plutôt qu'elle désire exercer un certain contrôle sur le niveau de bruit de son environnement. Le niveau de bruit tolérer est souvent fonction du lieu et de l'heure. À une intersection encombrée du centre-ville, à l'heure de pointe, tout le monde s'attend à être assourdi par le vacarme de la circulation et des radios. En banlieue, à minuit, ce bruit serait inacceptable. Ainsi, une personne s'accoutumera, dans son lieu de travail, à un niveau de bruit qu'elle ne pourra tolérer chez elle; et la musique du disque favori de l'adolescent, joué à plein volume à la maison, sera peut-être tolérée pendant quelques instants, tandis que des sons de même intensité provenant de la maison voisine ne seront pas acceptés. Le degré de tolérance semble varier d'une personne à l'autre, en fonction de la nature de la perturbation et du degré de contrôle que la personne pense exercer sur son environnement.

La notion de «vie privée», tout comme celle de «bruit», est difficile à définir. Elle se rattache étroitement à l'idée qu'une personne se fait d'elle-même ou à l'image qu'elle voudrait projeter, et à sa personnalité. Il s'agit du caractère personnel, intime de l'identité de chacun, et de faits ou de renseignements confidentiels qui appartiennent à une personne et ne regardent quelle.

Dans son rapport intitulé ***Public Government and Private People***, la Commission Williams, constituée par le gouvernement de l'Ontario, estime que la protection de la vie privée est un besoin humain fondamental :

> Bien que «la protection de la vie privée» et le «droit à la vie privée» soient des notions assez nouvelles dans le débat public des démocraties occidentales industrialisées, celle de la vie privée prend ses racines dans des temps très lointains. En fait, on s'entend généralement pour

dire que le besoin d'intimité est un élément universel et commun de l'expérience humaine : le milieu social de la Grèce antique ainsi que les coutumes et la vie communautaire des tribus primitives en témoignent. C'est, en somme, une valeur humaine fondamentale et indéfectible. Certains auteurs ont même avancé qu'on pouvait observer les mécanismes de la vie privée dans les modes de comportement animal et qu'on pourrait peut-être en trouver la racine biologique dans le grand arbre généalogique de ces comportements. Le besoin d'intimité et la forme que celle-ci prend sont perçus différemment selon les groupes sociaux ou culturels et selon les époques. Dans une même société, ces perceptions varient d'un individu à l'autre et évoluent au fil du temps. Néanmoins, la protection, dans une certaine mesure, de l'intimité ou de la vie privée semble être un élément essentiel de l'existence humaine.[1]

Le véritable enjeu : l'autonomie personnelle

Dans un document rédigé à l'intention du Conseil des sciences, W. Lambert Gardiner soutient que le danger que posent les banques de données personnelles et l'emprise de l'informatique est bien l'érosion de l'autonomie et non pas l'ingérence dans la vie privée[2]. Pour Gardiner, c'est justement cette atteinte à l'autonomie individuelle qui donne à la protection de la vie privée une dimension émotive, souvent mal comprise.

Chacun de nous définit son moi, c'est-à-dire l'essence de sa personnalité. On peut imaginer le moi central comme une série de cercles concentriques représentant des zones d'intimité. Le cercle central renferme les sentiments et les secrets les plus intimes de la personne, c'est-à-dire les espoirs, les craintes et les quêtes spirituelles qui ne peuvent être partagés, à moins évidemment que la personne ne soit dans un état de tension telle qu'elle doive les exprimer pour retrouver son équilibre émotif. Le cercle suivant englobe les amis, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on atteigne les cercles extérieurs, comprenant les conversations fortuites et les comportements que tous peuvent observer.[3]

La zone la plus intime du moi joue un rôle important dans le développement humain, car c'est là que l'individu forme ses pensées, abrite ses secrets, élabore ses fantaisies. De cette zone profonde, il ne révèle en général que ce qu'il veut bien. «Le droit à la vie privée, en somme, délimite un territoire hors de la vie collective, non régi par les règles de vie en société[4].»

La capacité qu'a l'individu de définir et de développer son sens du moi vis-à-vis de la société devient un aspect important de son évolution psychologique. Sidney M. Jourard, psychologue, remarque :

Dans des études sur la croissance personnelle, des psychothérapeutes et des étudiants ont constaté que l'individu qui bénéficie d'un «coin

> d'intimité», refuge inviolable où l'on ne peut pénétrer que sur invitation, est en santé et jouit d'un bien-être psychologique et spirituel . . . Livré à lui-même, il peut agir à sa guise, faire ce qui lui tente, parler, s'exprimer, révéler le plus profond de son être, sans crainte de subir les critiques de son entourage ou de se sentir coupable de l'écart qui existe entre son comportement en public et celui qu'il a en privé.[5]

L'autonomie vient de la capacité qu'a l'individu de décider de quelle façon et dans quelles conditions son moi intime doit se révéler au monde extérieur. L'atteinte à cette autonomie est, selon Gardiner, au coeur même de la question de la vie privée.

D'après Gardiner, une personne peut, en projetant une image de soi au monde extérieur, exercer son autonomie de deux façons : par la révélation de soi ou par l'impression calculée. La révélation de soi consiste à présenter une image réelle et honnête de soi-même, tandis que l'impression calculée vise à donner aux autres une impression quelconque. Dans des circonstances intimes, la personne choisira la révélation de soi, comme par exemple dans ses relations de couple, dans ses rencontres avec un thérapeute ou un confesseur, ou peut-être encore dans une conversation avec un parfait inconnu dans un avion ou un autobus, car l'anonymat, et par conséquent l'intimité, y est assuré. Par contre, il est beaucoup plus probable que l'individu utilisera l'impression calculée au travail ou pour chercher un emploi, préparer son curriculum vitae, assister à un premier rendez-vous personnel ou décider des vêtements qu'il doit porter à l'occasion d'une réunion importante.

Dans un monde où la révélation totale de soi n'aurait pas de conséquences négatives, les banques de données personnelles ne présenteraient aucun risque, à la condition bien sûr que l'information soit exacte et qu'elle ne donne pas une image fausse de l'intéressé. Dans la vie de tous les jours, il peut sembler opportun d'être moins ouvert avec certaines personnes (employeurs, associés) qu'avec d'autres (amis intimes, thérapeutes). Tout dépend de ce que l'individu a à perdre ou à gagner. C'est à lui seul de décider ce qu'il livrera de lui-même dans une situation donnée.

Toujours selon Gardiner, le pouvoir que possède l'individu sur ce qu'il veut révéler de lui-même constitue l'aspect crucial de l'autonomie. Celle-ci diminue en proportion inverse de l'augmentation de la possibilité d'avoir des renseignements à son sujet par le biais des banques de données.

L'important n'est pas de savoir si l'on utilise la révélation de soi ou l'impression calculée, mais bien si l'on peut choisir d'utiliser l'une ou l'autre selon son propre désir. C'est donc dire que l'enjeu n'est pas la vie privée, mais bien l'autonomie, la marge de choix dont nous disposons. Par conséquent, pour reprendre notre affirmation, la véritable menace que posent les banques de données personnelles n'est pas l'in-

gérence dans la vie privée, mais l'érosion de l'autonomie. Comme le souligne Allan Westin dans *Privacy and Freedom* :

> La possibilité que quelqu'un pénètre la partie la plus intime et perce les secrets les plus cachés d'une personne constitue l'atteinte la plus grave à son autonomie... Cette intrusion délibérée dans la coquille protectrice de la personne, son armure psychologique, la laisse sans défense contre le ridicule et la honte et la soumet au contrôle de ceux qui connaissent ses secrets... Les nombreux cas de suicide et de dépression nerveuse, suite à des divulgations d'enquêtes gouvernementales, de reportages de presse et même de recherches publiées, devraient rappeller à une société libre que seul un besoin social important peut justifier la destruction de l'intimité, garante de l'autonomie fondamentale de la personne.[6]

Le juge américain David L. Bazelon ajoute :

> La révolution de l'information signifie que je peux tout savoir à n'importe quel sujet. Cela veut aussi dire que je peux en apprendre plus à votre sujet que vous ne voudriez que j'en sache. Mais je ne peux pas non plus être certain de pouvoir contrôler ce que d'autres savent à mon sujet. Arriverons-nous à préserver intégralement nos droits d'expression et d'information, face à l'accélération du rythme des progrès technologiques?[7]

L'autonomie personnelle dans la société de l'information

Le rôle de la vie privée dans le développement du moi est, il va sans dire, complexe et parfois déroutant. Un problème existe dans la mesure où le public *perçoit* qu'il y a ingérence dans sa vie privée. On ne peut apporter de solution législative ou technocratique facile à ce qui constitue essentiellement un besoin ou un désir humain de vie privée, surtout lorsque ce besoin ou ce désir est, selon toute évidence, mis en danger par l'évolution rapide de la nouvelle technologie. On peut seulement espérer que le dialogue, la tolérance et la compréhension contribueront à calmer les craintes du public et freineront quelque peu le zèle et l'enthousiasme des administrateurs des secteurs privé et public qui veulent «tout informatiser».

La recherche de l'efficacité a fait augmenter l'utilisation des installations informatiques. La confidentialité des dossiers médicaux, par exemple, pose de grandes inquiétudes. De la disponibilité presque illimitée des données et de l'information est né un certain laxisme face à la communication de renseignements. Ainsi, un travailleur social en psychiatrie qui avait demandé des renseignements pharmacologiques concernant un patient au service des archives d'un hôpital racontait : «Tout ce que je voulais, c'était un petit bout de papier. Au lieu de cela, on m'a envoyé le dossier complet des services médicaux *et* sociaux, y

compris des notes de *toutes* les personnes ayant traité le malade. La plupart des renseignements étaient de nature très personnelle et n'avaient rien à voir avec ce qui m'intéressait».[8]

Ce n'est pas tant l'ordinateur que l'interconnexion des banques de données pour former des réseaux qui cause des préoccupations. Il n'est plus nécessaire d'entrer carrément dans un bureau et d'ouvrir un classeur pour prendre des renseignements sur quelqu'un; la liaison de fichiers électroniques permet d'obtenir ces renseignements sans que le demandeur ne soit sur les lieux où l'information est stockée. En fait, avec la dispersion des banques de données, il peut être difficile de savoir précisément où se trouve la donnée — pour l'usager, il suffit que cette donnée soit accessible.

L'incorporation de vastes bases de données personnelles dans les réseaux de communications porte une atteinte grave à des aspects de notre vie que l'on considère conventionnellement comme faisant partie de la vie privée. D'abord, les données qui auparavant n'étaient pas considérées comme confidentielles sont susceptibles de le devenir, car la corrélation de ces données avec d'autres peut permettre d'établir un profil complet et précis de la personne. Deuxièmement, comme il est facile de transmettre des données d'une base à l'autre, les questions de sécurité se compliquent. Enfin, on peut recueillir une vaste quantité de données personnelles dans le but d'offrir divers services dans un réseau : renseignements médicaux pour la prestation de soins de santé; renseignements financiers à des fins commerciales; renseignements juridiques pour l'offre de services de cette nature; renseignements sur les aptitudes, les capacités et le rendement pédagogiques dans le cadre de l'enseignement.

On connaît l'appétit d'information des administrations. C'est l'ordinateur qui vient répondre, facilement et à peu de frais, à ce besoin. Celui-ci prend une valeur importante pour les bureaux qui commercialisent le profil des consommateurs, pour les services de police et les nombreux organismes de l'État qui veulent s'assurer, entre autres, que les contribuables ne trichent pas dans leurs déclarations d'impôt ou qu'ils ne retirent pas de prestations d'assurance-chômage lorsqu'ils occupent un emploi. Par exemple, l'avantage, pour un épidémiologue, de pouvoir consulter un dossier médical complet informatisé est contrebalancé par la possibilité que les renseignements de ce dossier soient communiqués à des personnes qui n'ont rien à y voir, ou qu'ils deviennent du domaine public, risquant ainsi de nuire à la personne concernée si celle-ci faisait une demande d'emploi, posait sa candidature à une charge publique, etc.

La protection de la vie privée, ou plus exactement de l'autonomie individuelle, est devenue une question délicate et importante, car elle engendre un véritable malaise pendant cette phase de transition vers la société d'information.

Pour mieux comprendre cette question de l'autonomie individuelle, prenons une situation concrète. Supposons qu'un soir une personne en état d'ébriété décide de conduire sa voiture et se fasse arrêter par la police. Le lendemain matin, en s'éveillant, elle se dira peut-être: «Quelle stupidité — pourquoi ai-je fait cela? — ce n'est pas mon genre». Elle paie alors sans plus de questions la contravention ou l'amende et oublie aussitôt l'incident. Cependant, si la personne peut rendre sa mémoire sélective, le système, lui, à l'ère de l'électronique, ne le peut pas. Les gens ont l'impression, que cette perception soit fondée ou non, qu'un nombre de plus en plus grand d'informations concernant leur vie publique ou privée sont stockées et qu'on peut y avoir accès rien qu'en pressant un bouton.

Au cours de notre évolution personnelle, nous participons à des activités et vivons des événements qui forment ce qu'on pourrait appeler nos expériences personnelles. Certaines de celles-ci sont pénibles et nous préférerions les oublier; d'autres sont plaisantes, et nous les acceptons et les intégrons à notre image. Dans une petite ville, la possibilité de vivre des expériences personnelles est très limitée, car personne n'a pour ainsi dire de vie privée. L'individu est étiqueté dès son plus jeune âge; il adopte et accepte en général les rôles qui lui sont imposés. Pour devenir «quelqu'un d'autre», il lui faut aller vivre dans une grande ville où l'anonymat lui permet de se recréer une personnalité. Essayez, pour établir un parallèle, de vous rappeler les éléments que vous incluez dans votre curriculum vitae et ceux que vous laissez de côté parce qu'ils pourraient nuire à ce que «les autres pensent de vous». Les gens ont de plus en plus le sentiment que quelqu'un, quelque part, sait tout à leur sujet ou peut facilement le savoir, et cette impression constitue essentiellement le côté négatif du «village planétaire». La nouvelle société de l'information nous offre la perspective d'une connaissance publique des actes privés, et d'une information stockée à perpétuité. La petite ville est partout!

Si les expériences personnelles deviennent un livre ouvert, comment cela se répercutera-t-il sur le développement de la personnalité et du caractère? Les gens seront-ils moins enclins à prendre des risques? Deviendront-ils plus stricts? Finiront-ils tous par se ressembler? Comment ce facteur modèlera-t-il la société de demain? Quelle en sera l'incidence sur la créativité et la propension à innover, sources de richesses, de diversité et de progrès de la culture canadienne?

À cet égard, comme le souligne le juge David L. Bazelon, l'érosion de la vie privée peut entraîner d'importantes conséquences d'ordre politique :

> Un conflit potentiel existe entre le droit à la vie privée et la libre transmission de l'information. Bien que le droit à l'intimité et celui de contrôler l'information qui nous concerne servent bien des buts dans

une société qui respecte l'individualité, la vie privée prend une importante dimension politique. En permettant au citoyen de contrôler les informations et les communications relatives à sa vie privée, en le libérant de toute surveillance et en lui donnant accès à des domaines où il peut agir sans subir l'influence de la société, on favorise le développement de personnalités autonomes qui pensent librement, et qui sont essentielles à un gouvernement démocratique.[9]

Comment une loi peut-elle protéger ce qui forme l'essence de la personnalité individuelle : l'image que chacun se fait de soi? La possibilité d'être maître de cette image est ce qui différencie les individus, ou leur laisse croire qu'ils sont différents. Et lorsque la vie privée entre en jeu, il se produit alors, sur le plan psychologique, une perte de contrôle du sens du moi, ou une impression de perte de contrôle.

Il n'est pas facile de répondre à ces questions. Les citoyens, qui pour diverses raisons en sont venus à se méfier du gouvernement, considèrent sans doute les lois et les déclarations publiques sur la protection de la vie privée comme des stratagèmes pour cacher ce que le gouvernement ne peut vraiment accomplir. Pour parler franc, la loi peut être interprétée comme faisant partie de la «grande imposture.»

Prenons par exemple l'élimination des déchets produits par les centrales nucléaires. Dans ce cas particulier, les organismes gouvernementaux ont tant cherché à minimiser le problème en laissant croire à des solutions faciles que le public a commencé à se méfier. Celui-ci s'est d'ailleurs inquiété davantage lorsqu'il s'est aperçu de la manipulation et de la duperie dont il était victime — car le problème était en fait difficile à résoudre. Une méfiance envers le gouvernement et une peur presque irrationnelle de l'énergie nucléaire se sont installées chez lui. Pourtant, si on lui avait clairement expliqué au départ le pour et le contre de cette filière, le débat qui a cours à ce sujet serait sans doute beaucoup moins émotif.

Des solutions possibles

La majorité des gens se situent entre deux extrêmes : la personne qui n'a rien à cacher, qui se moque de ce qui est à son dossier et de qui en prend connaissance, et celle qui est si cachottière qu'on la classe cliniquement comme paranoïaque. La crainte de l'ingérence dans la vie privée se manifeste lorsque la personne a le sentiment de perdre le contrôle sur ce que les autres pensent d'elle. Pour lui rendre le sens du contrôle de son identité, une loi s'impose peut-être.

On a proposé deux approches législatives. La première consisterait à diminuer le nombre de renseignements à fournir dans les formulaires officiels, quitte à subir une perte d'efficacité du système. On peut alors se demander : lequel est le plus nécessaire? Accroître l'effi-

cacité administrative et en même temps resserrer le contrôle social, ou bien favoriser l'intimité et par là raffermir le contrôle individuel sur les relations sociales? Comme le Canada est l'un des pays les plus efficaces au monde, il est difficile de tenir compte du désir d'accroître l'efficacité, surtout si cela se fait au détriment de la vie ou de l'autonomie individuelle.

La deuxième méthode suggérée par Gardiner consiste à élaborer des mesures législatives qui donneraient à l'individu le contrôle et le pouvoir de décision à l'égard de l'information personnelle stockée dans les banques de données. Dans ce cas, l'important n'est pas tant de savoir quels renseignements «personnels» sont disponibles, mais plutôt quel contrôle la personne exerce sur l'accumulation et la diffusion de ces renseignements.

Selon Gardiner,

> En principe, sauf dans les circonstances exceptionnelles où une personne a clairement failli à ses responsabilités et a par conséquent sacrifié une partie de sa liberté, nul ne devrait avoir plus de pouvoir que l'intéressé sur les renseignements détenus à son sujet dans une banque de données. Chacun de nous est l'autorité suprême en ce qui le concerne.[10]

Gardiner met ce point de vue en rapport avec la vision utopique de l'avenir postindustriel, selon laquelle tous les renseignements seraient à la disposition de tout le monde en tout temps. «Je partage cette noble vision, avec une réserve toutefois. Lorsque l'information me concerne, en principe, je ne donnerais que certains renseignements à certaines personnes, en certains lieux, à certains moments, et à ma discrétion[11].»

Ces deux façons d'envisager la loi sur la protection de la vie privée semblent raisonnables et peuvent constituer le premier pas vers une solution. Mais lorsqu'on analyse tous les aspects de la vie privée, lorsqu'on s'aperçoit que le coeur du problème est fait d'espoirs, de craintes et de désirs, qui forment notre image et notre identité, il est difficile d'imaginer comment un ensemble de lois pourrait préserver l'intégrité du droit à la vie privée.

Il est par ailleurs possible que de telles lois ne soient pas essentielles. La crainte d'une ingérence dans la vie privée diminuera avec le temps, à mesure que les gens s'habitueront à l'idée que l'on peut avoir une foule de renseignements à leur sujet. L'être humain est remarquablement adaptable. Les craintes qui ont entouré l'apparition de l'automobile se sont effacées à mesure qu'on s'adaptait à la nouvelle technologie, et les lois à ce sujet ont cessé de s'appliquer. D'autres progrès technologiques, entre autres le téléphone, la radio et l'électricité, ont engendré des réactions similaires.

Cette adaptation, si elle se concrétise, nous obligera à faire des choix et des concessions. Les Canadiens ont prouvé qu'ils étaient disposés à s'adapter aux changements et à faire les choix qui s'imposent. Après la révolution industrielle, notamment, ils ont sacrifié une certaine liberté personnelle au profit d'une plus grande efficacité au travail. La société de l'information apportera de grands avantages, mais il faudra en payer le prix. Sans doute voudra-t-on connaître au préalable ce prix et ces avantages avant de s'y engager.

Ce qui s'impose, c'est une forme de dialogue national ouvert, honnête et sincère sur cette question complexe, mettant en jeu la vie privée, les nouvelles technologies, et les concessions et l'adaptation qu'elles exigent. Seules la discussion et la compréhension peuvent rendre possible l'adaptation culturelle qui facilitera la transition vers une société de l'information. Il est possible que les conventions qui entourent la vie privée et l'autonomie changent, que l'être humain arrive à s'épanouir et à se définir en dépit de l'intrusion éventuelle de la technologie, et que les notions et les idées actuelles sur la vie privée se modifient et s'adaptent au nouveau contexte social créé par l'information.

Jusqu'à présent, les médias se sont surtout attachés à décrire les merveilles de l'ère de l'informatique. Tous les paliers gouvernementaux ont créé les conditions voulues pour effectuer le virage technologique sans prêter attention à l'incidence sociale de la nouvelle infrastructure de l'information. Comme il a déjà été mentionné dans les chapitres précédents, on commence à peine à aborder des questions aussi importantes que l'emploi et le travail dans le contexte d'une société de l'information. Il est indispensable d'effectuer des études de fond qui viendront atténuer les craintes profondes et légitimes du public — craintes qui sont souvent méconnues, même des personnes qui préconisent ardemment une solution ou une autre.

Il sera difficile de débattre publiquement les questions de la vie privée et de l'autonomie personnelle. Pourtant, il est vital que les débats soient amorcés dès maintenant. Si les problèmes ne sont pas évalués avec justesse et sensibilité, l'adoption des nouvelles technologies risque de causer de graves préjudices aux individus ainsi qu'à l'ensemble de la société canadienne. Pour bien servir la population canadienne et préserver le caractère démocratique des institutions et de l'évolution du pays, il faut que le public soit considéré comme un partenaire à part entière dans le débat portant sur les concessions qu'exige la transition vers une société de l'information.

C'est dès maintenant que doit s'amorcer le débat sur la vie privée. Les mesures législatives ne suffiront pas à elles seules à calmer les craintes d'un public anxieux et à le convaincre d'accepter le changement. Une discussion franche et approfondie pourrait permettre

d'améliorer les lois et faire naître la compréhension, qui favorise l'adaptation au changement et rend l'individu apte à maîtriser les changements qui s'opèrent au lieu d'être dominé par eux. C'est exactement ce que faisait observer Valéry Giscard d'Estaing, ex-président de la République française, dans sa lettre à Simon Nora :

> Le développement des applications de l'informatique est un facteur de transformation de l'organisation économique et sociale et du mode de vie : il convient que notre société soit en mesure, à la fois, de le promouvoir et de le maîtriser, pour le mettre au service de la démocratie et du développement humain.[12]

Chapitre 8

L'intelligence artificielle

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle?

Ces dernières années, grâce à de nouvelles techniques qui ont engendré des logiciels efficaces et puissants et à des améliorations considérables du matériel, on a produit des systèmes qui accomplissent des tâches très compliquées considérées autrefois comme l'apanage de l'homme. Ces systèmes peuvent comprendre et rédiger des textes complexes, jouer aux échecs avec des maîtres internationaux, établir des diagnostics médicaux très précis, aider à la conception des circuits intégrés à très grande échelle (VLSI), et reconnaître et manipuler divers objets. Ils ont en commun la capacité de faire des déductions et de prendre des décisions complexes de façon autonome. Souvent, les règles de décision ou de déduction sont calquées sur celles d'experts humains et imitent leurs capacités intellectuelles ou leur pouvoir de résolution des problèmes. Bien que les systèmes de ce type puissent remplacer les experts humains, ils sont généralement utilisés comme auxiliaires dans des domaines comportant l'analyse de données et d'informations complexes, par exemple pour la mise au point de logiciels à grande échelle, l'analyse de données géophysiques et la conception de circuits VLSI.

On peut définir l'intelligence artificielle (IA) de diverses façons : c'est, pour une machine capable de raisonner, la faculté d'apprendre des fonctions normalement associées à l'intelligence humaine; ou bien une science ayant comme objet la compréhension des principes de l'intelligence et l'élaboration de modèles pratiques du comportement intelligent propre à l'homme; ou encore la partie de l'informatique qui porte sur la conception de systèmes informatiques intelligents, c'est-à-dire qui possèdent des caractéristiques analogues à celles de l'intelligence humaine — la compréhension du langage, l'apprentissage, le raisonnement, la résolution des problèmes, etc.

La définition de l'IA a changé avec l'évolution du domaine. L'histoire de l'IA[1] n'est pas celle d'une discipline intégrée pourvue d'une méthodologie générale et d'un ensemble de domaines à explorer. Les progrès réalisés à ce jour ont été le fait de diverses spécialités.

Le terme «intelligence artificielle» a été lancé en 1956 par John McCarthy, un des pionniers de ce domaine. D'autres noms ont été proposés, par exemple l'intelligence machine, la simulation cognitive, la psychologie théorique, la philosophie expérimentale et l'épistémologie appliquée, mais c'est l'appellation originelle qui est restée.

C'est durant les années 40 qu'on s'est rendu compte qu'il serait possible de reproduire les fonctions de l'intelligence humaine à l'aide

de machines[2]. Les premiers ordinateurs apparaissent aujourd'hui bien rudimentaires, mais leurs concepteurs prirent conscience du fait que les circuits électroniques de leurs machines imitaient certains processus cérébraux. À cette époque, des chercheurs en cybernétique (rétroaction) et en neurologie croyaient qu'il était possible, du moins en principe, de concevoir un ordinateur se rapprochant du cerveau humain par nombre de ses capacités. Les répercussions de cette intelligence électronique sur l'industrie et la société entière seraient formidables. Ces visionnaires se rendirent également compte que l'ordinateur s'avérerait un instrument précieux et original pour résoudre la plus grande énigme posée à la science, soit le fonctionnement du cerveau humain.

Ainsi, en 1943, Warren McCulloch et Walter Pitts publièrent une étude théorique sur les neurones du cerveau, où ils posaient l'hypothèse que ces derniers fonctionnaient comme des interrupteurs binaires (marche-arrêt). Ils démontrèrent qu'un réseau d'interrupteurs de ce type pourrait reproduire toutes les fonctions de la logique symbolique. Il s'agissait là d'une conclusion aussi importante que surprenante, car elle démontrait que les simples interrupteurs marche-arrêt contenus dans l'ordinateur étaient capables d'effectuer des opérations logiques complexes.

En 1948, Norbert Wiener publiait *Cybernetics*, où il établissait des parallèles entre l'aspect mathématique des servomécanismes et le fonctionnement interne des systèmes biologiques.

Dès 1950, les scientifiques prenaient l'intelligence artificielle assez au sérieux pour que l'informaticien anglais Alan Turing propose l'épreuve suivante pour déterminer dans quelle mesure un ordinateur pouvait être jugé intelligent : une personne devait converser avec une entité inconnue de lui au moyen de messages écrits. Au terme de la conversation, on lui demandait si son interlocuteur invisible était humain ou non. Si elle jugeait qu'une intelligence humaine avait participé à l'échange alors que son interlocuteur avait en fait été un ordinateur, on pouvait considérer ce dernier comme intelligent.

En 1952, dans *Design for a Brain*, Ross Ashby se penchait sur d'autres modèles mathématiques du fonctionnement cérébral. En 1956, les implications théoriques des ordinateurs, des réseaux neuronaux, de l'information et de la cybernétique avaient été abondamment explorées.

Cette année-là fut d'une importance capitale pour le développement de nombreuses idées qui, une fois regroupées, devaient former l'intelligence artificielle. Au *Dartmouth College*, pendant l'été 1956, quelques scientifiques se réunirent pour discuter de leurs travaux sur les machines au comportement intelligent. Ils appartenaient à des disciplines différentes — mathématiques, psychologie, génie électrique

— mais tous avaient la conviction que ce que l'on appelle pensée ou raisonnement pouvait se produire hors du corps humain. Ils estimaient aussi que le processus de la pensée pouvait être compris d'une façon claire et scientifique et que l'ordinateur numérique était la clef qui en livrerait le secret.

Les quatre principaux organisateurs de cette conférence étaient John McCarthy, professeur de mathématiques à Dartmouth, Marvin Minsky, stagiaire de recherche en mathématiques et en neurologie à Harvard, Nathaniel Rochester, responsable de la recherche en information au centre de recherches d'IBM à Poughkeepsie (New York) et Claude Shannon, mathématicien chez Bell Laboratories. Ils collaborèrent à l'élaboration d'une proposition faite à la fondation Rockefeller, selon laquelle «dix chercheurs consacreraient deux mois de l'été 1956 à l'étude de l'intelligence artificielle. Cette étude partirait de l'hypothèse voulant que chaque aspect de l'apprentissage ou de toute autre faculté associée à l'intelligence peut être décrit assez précisément pour qu'on puisse concevoir une machine capable de le reproduire.»[3]

La fondation Rockefeller consacra 7 500 $ au projet, et les quatre chercheurs invitèrent six scientifiques à se joindre à eux. Il s'agissait de Trenchard More et Arthur Samuel, d'IBM, d'Oliver Selfridge et de Ray Solomonoff, du Massachusetts Institute of Technology (MIT), ainsi que d'Allen Newell et Herbert Simon, respectivement de la Rand Corporation et de la Carnegie-Tech (aujourd'hui l'université Carnegie-Mellon).

Plusieurs autres projets aussi ambitieux furent entrepris à Dartmouth en vue de créer :

- un système complexe de neurones artificiels qui commenceraient à fonctionner comme un cerveau artificiel;
- un robot capable de concevoir une image interne de son environnement;
- un programme informatique capable d'appliquer les théorèmes énoncés par Alfred North Whitehead et Bernard Russell dans *Principia Mathematica*;
- un grand maître d'échecs qui permettrait de comprendre encore mieux la nature de l'intelligence humaine;
- un modèle du cortex visuel du cerveau.

Cependant, dès le début des années 60, l'optimisme qui régnait à Dartmouth s'évanouit lorsqu'il apparut que l'IA soulevait des problèmes dont la complexité dépassait de loin ce à quoi on s'était attendu. Les divers projets proposés en 1956 ne produisirent aucun résultat significatif et montrèrent que les difficultés à résoudre n'avaient pas toujours été bien comprises. Ainsi, les efforts en matière de traduction automatique révélèrent les subtilités et les difficultés inhérentes à la compréhension du langage naturel mais ne produisirent

que de maigres résultats en fait de programmes de traduction commercialisables. En 1966, on mit un terme au plus important programme mené en ce domaine aux États-Unis. Les chercheurs en résolution de problèmes butèrent eux aussi sur de sérieuses difficultés lorsqu'ils s'aperçurent que «l'espace solution» (le nombre de solutions possibles que l'ordinateur devait examiner) nécessaire à la résolution de tout problème moyennement complexe dépassait de beaucoup la capacité des ordinateurs d'alors et qu'il nécessitait un temps machine excessif.

À la fin des années 60, la recherche en IA en était au point mort. Les budgets des grands projets avaient été amputés ou annulés et il était devenu difficile de convaincre les universités et l'État de l'importance de la question. Mais les chercheurs tiraient aussi des leçons de leurs erreurs. En premier lieu, ils se rendirent compte qu'ils avaient fait fausse route en essayant de créer une intelligence artificielle universelle et en s'attaquant à des problèmes de nature trop générale. Durant les années 70, la recherche en IA fut axée sur des problèmes bien définis et sur des applications dans des situations soigneusement structurées.

La décennie 1960 vit aussi apparaître des démarches techniques importantes qu'on exploita avantageusement durant les années 70. La meilleure façon d'expliquer ces nouvelles méthodes est d'examiner la manière dont un être humain s'attaque à un problème. Devant un problème difficile, une personne ne procède pas nécessairement de façon strictement logique, de même qu'elle n'accorde pas autant d'attention à chaque solution possible. Elle devine et utilise des procédés empiriques; elle peut aussi simplifier le problème ou le diviser en éléments plus petits, ou encore utiliser la solution d'un problème semblable pour trouver une stratégie menant à une nouvelle approche. Il arrive aussi que les gens préfèrent adopter une approche «globale» : ils jouent avec plusieurs facteurs à la fois et laissent tomber certains détails.

Les chercheurs en IA s'aperçurent que chaque problème requérait une stratégie particulière et que les meilleurs résultats étaient obtenus grâce à des moyens heuristiques (en fondant son raisonnement sur l'expérience) ou empiriques. Des ordinateurs furent conçus pour accomplir plusieurs choses à la fois, ce qui nécessitait le traitement en simultanéité et le travail en multiprogrammation. De plus, on créa de nouveaux langages de programmation mieux adaptés à la résolution des problèmes et aux travaux sur l'IA. Ces nouvelles connaissances et ces progrès techniques, alliés aux ambitions plus modestes des chercheurs en IA, amenèrent une renaissance de ce champ d'étude durant la seconde moitié des années 70. Une meilleure compréhension théorique des problèmes directement reliés à l'IA contribua aussi à ce renouveau. En linguistique, par exemple, la théorie des structures lin-

guistiques de Noam Chomsky eut une influence considérable sur la traduction automatique, sur les travaux concernant les machines à répondre aux questions et sur la compréhension du langage naturel.

On fit une constatation plus importante encore pour la mise en oeuvre de ces nouveaux progrès : les systèmes IA doivent posséder une connaissance générale du monde. Une bonne part de l'aptitude qu'a l'homme à résoudre ses problèmes quotidiens est due à l'accumulation de vastes connaissances générales qui constituent son expérience personnelle. Ainsi, l'on sait que le jour vient après la nuit, que les pierres tombent, que les ombres se déplacent avec le soleil, que les légumes poussent dans la terre, et ainsi de suite. On connaît les gens et la société, les croyances et les actions, les loisirs et le travail quotidien. Sans cette information de base, une conversation ordinaire entre deux personnes serait impossible et peu de problèmes quotidiens pourraient être résolus convenablement.

Les chercheurs en IA reconnaissent aujourd'hui que les ordinateurs doivent aussi être pourvus d'une base de connaissances, sans laquelle même le plus rapide ou le plus puissant d'entre eux ne peut comprendre le contexte d'une conversation ni résoudre un problème pratique élémentaire. Ainsi, la programmation de la reconnaissance de la parole est fondée sur la faculté qu'a l'ordinateur d'associer les sons qu'il perçoit à la structure sonore de membres de phrases qu'il a construits. Or, cette association suppose que l'ordinateur a prévu et produit des parties successives du discours. Pour ce faire, il doit avoir, en plus d'une base de connaissances en sémantique et en syntaxe, le moyen de reconnaître le sens d'une phrase particulière dans un discours. Cela nécessite une connaissance générale du sujet de conversation.

Les progrès des cinq dernières années peuvent également s'expliquer par l'évolution de l'informatique. Plus on peut concentrer de puissance dans une puce de silicium, plus les ordinateurs deviennent rapides, économiques, puissants et compacts. D'où la possibilité, même pour les petits groupes de chercheurs, d'avoir désormais accès à des moyens informatiques considérables. Les problèmes qui jadis dépassaient la capacité des mémoires informatiques ou dont la résolution exigeait trop de temps sont maintenant solubles. Et cette évolution se poursuit à un rythme sans cesse croissant.

Dès la fin des années 70, les sociétés informatiques avaient également entrepris des travaux sur la conception et la fabrication d'ordinateurs créés spécifiquement pour les travaux d'IA; les premiers appareils «intelligents» faisaient leur apparition sur le marché. On peut maintenant acheter des microprocesseurs qui jouent aux échecs, au jacquet et aux dames comme des champions. On trouve des robots

dans les usines et des lecteurs de code à barres dans nombre de supermarchés, et il existe des machines à commande vocale.

Grâce aux progrès en matière de conception d'ordinateurs et à une meilleure compréhension de l'IA, aux bases de connaissances, aux nouveaux langages de programmation, aux nouvelles stratégies et à l'heuristique, l'IA se développe rapidement. Les chercheurs en IA ne se risqueraient plus à faire des prévisions aussi générales et optimistes que celles qu'on entendit suite à la conférence de Dartmouth, mais il peuvent faire état d'applications couronnées de succès et de champs d'étude prometteurs.

Rêves et réalités : quelques réalisations et quelques grands espoirs

Les chercheurs en IA sont généralement motivés par l'un des deux objectifs suivants : (a) comprendre la nature fondamentale de l'intelligence ou (b) mettre au point des applications informatiques pratiques et commercialisables, tirées des concepts de l'IA.

Voici certains des sous-domaines de l'IA : la résolution des problèmes, la compréhension du langage, les systèmes experts, la vision et la perception des robots, ainsi que la programmation automatique et l'acquisition de connaissances.

Résolution des problèmes

Les premières réalisation de l'IA ont été des programmes capables de déchiffrer des énigmes et de jouer à des jeux comme les dames. Des techniques nécessitant la faculté de prévoir plusieurs coups à l'avance et celle de décomposer les problèmes difficiles en sous-problèmes plus faciles sont nées les techniques fondamentales d'IA que sont la recherche et la réduction des problèmes. Les programmes modernes tiennent tête aux champions de dames et de jacquet, et jouent également très bien aux échecs. Certains programmes peuvent améliorer leurs performances avec l'expérience. Parmi les problèmes encore sans solution dans ce domaine, mentionnons la difficulté de doter les machines de capacités que les joueurs humains possèdent mais ne peuvent exprimer, par exemple la faculté qu'ont les maîtres de discerner des formations significatives dans l'organisation de l'échiquier. À ce jour, les programmes d'IA ont des façons prédéterminées de résoudre les problèmes. En d'autres termes, la recherche de la solution est déterminée par le programme lui-même.

On retrouve dans ce sous-domaine le raisonnement logique par machine, qui utilise des programmes fonctionnant par déductions à partir d'un ensemble de faits. Deux problèmes sont particulièrement intéressants. Tout d'abord, on doit amener l'ordinateur à choisir l'in-

formation dont il a besoin pour effectuer une tâche donnée — il doit pouvoir distinguer l'information pertinente de l'information superflue que contient une vaste banque de données. Le second problème consiste à intégrer dans le processus de raisonnement déductif les nouvelles informations et méthodes à mesure qu'elles deviennent disponibles (ce qui revêt une importance particulière en robotique). On a élaboré des programmes qui peuvent «prouver» des énoncés en manipulant les faits tirés d'une base de données. Dans le système expert PUFF, par exemple, les diagnostics sont produits par raisonnements déductifs fondés sur un ensemble de faits et règles concernant les maladies pulmonaires.

Compréhension du langage

Les objectifs suivants remontent aux origines de l'IA : l'élaboration de programmes pour traduire des langages naturels tels le français, l'anglais et le japonais; la mise au point d'ordinateurs comprenant les ordres formulés en langage naturel; enfin, la mise au point d'ordinateurs capables d'acquérir des connaissances par la lecture de textes écrits, et donc de constituer leur base de données interne de façon autonome.

Les échecs essuyés lors des premiers efforts de traduction automatique ont mené à une réorientation radicale de la démarche de l'IA face au langage. On a découvert que la traduction automatique littérale ne donnait pas de résultats satisfaisants. Les chercheurs en IA s'efforcent actuellement de constituer des contextes pour la compréhension du langage. Ils ont constaté qu'il fallait de vastes connaissances générales et des attentes (fondées sur des situations et des contextes) pour comprendre le langage.

L'une des grandes réussites en traduction automatique a été celle du groupe TAUM de l'Université de Montréal. Utilisant un vocabulaire de 200 termes de météorologie, on a élaboré un système de traduction français-anglais qui est présentement opérationnel. Ce système, baptisé Victor, traduit chaque année depuis 1977 entre trois et quatre millions de mots utilisés en météorologie. Bien que son coefficent d'erreur soit de 15 pour cent, d'où la nécessité d'une intervention par un traducteur humain, Victor travaille plus rapidement que six traducteurs humains.

Plus récemment, TAUM a tenté d'utiliser les mêmes méthodes pour traduire des manuels techniques d'aéronautique — mais avec moins de succès. Le vocabulaire était beaucoup plus considérable et le système était incapable de traiter les renvois, les illustrations et l'information détaillée contenus dans le manuel. TAUM aviation était plus perfectionné que le système météo et utilisait certaines techniques d'IA exigeant une compréhension de la syntaxe, de la grammaire et de

l'objectif du texte de départ, en plus de la capacité de reformuler le texte dans la langue d'arrivée. Malheureusement, le projet fut abandonné lorsqu'après de longs délais le système se révéla incapable de traduire pour moins de 18,3 cents le mot, comparativement à 14,5 cents pour le traducteur humain.

Des projets de traduction automatique sont en marche au Canada, ainsi qu'au Japon, dans la Communauté économique européenne et aux États-Unis. Des techniques améliorées et des matériels moins chers rendront bientôt la traduction automatique aussi économique que la traduction humaine.[4]

Systèmes experts

Des progrès importants ont été réalisés dans ce domaine. Les 40 systèmes experts ou plus actuellement en service dans des laboratoires ou dans l'industrie représentent une victoire pour l'IA et pour les chercheurs qui considéraient les machines intelligentes, non pas comme des machines à résoudre tous les types de problèmes ou dotées d'une intelligence universelle, mais plutôt comme des instruments destinés à des usages particuliers et possédant des champs de connaissance spécifiques — en fait, à peu près comme les experts humains.

Les systèmes experts peuvent fournir des conseils dans divers domaines spécialisés comme la géologie, le génie et la médecine, et cela à un niveau équivalent à celui des spécialistes. Ils sont capables d'expliquer leurs raisonnements pour aider l'utilisateur humain à accepter ou à rejeter leurs recommandations ou diagnostics, ainsi qu'à déceler les erreurs et à mettre au point le processus de raisonnement du système.

L'élaboration d'un système expert est une entreprise longue et ardue. Une bonne part des recherches actuelles dans ce domaine portent sur le problème clef de l'amélioration et de l'automatisation du processus d'apprentissage des systèmes experts. Toute la question des systèmes experts sera reprise en détail dans la section portant sur les applications.

Vision et perception des robots

Le cerveau humain communique avec l'extérieur par les sens. De même, en IA, l'unité centrale doit être équipée de dispositifs d'entrée et de sortie (terminaux à clavier avec écran de visualisation ou imprimante, quelques-uns dotés d'un dispositif d'entrée vocale). Pour que les robots deviennent plus adaptables et flexibles par rapport à leur milieu de travail, ils doivent être capables de «voir» et de «toucher», un peu comme les humains.

La plupart des milliers de robots utilisés en milieu industriel sont aveugles et s'acquittent de tâches répétitives, mais certains d'entre eux peuvent «voir» grâce à une caméra de télévision qui transmet l'information à l'ordinateur. Le traitement de l'information visuelle et la reconnaissance des formes sont deux champs d'études connexes de l'IA qui font l'objet de nombreuses recherches. On a élaboré des programmes permettant la reconnaissance d'objets et d'ombres dans des scènes, et d'autres qui peuvent déceler de petites différences entre deux images, par exemple dans le domaine de la reconnaissance aérienne.

Programmation automatique et acquisition de connaissances

Bien que la programmation ne constitue pas un aspect important de la pensée humaine, sauf si l'on considère l'éducation comme une forme de programmation, elle n'en demeure pas moins un domaine important de la recherche en IA. Le développement de la programmation automatique a produit des systèmes pouvant rédiger des programmes informatiques à partir de diverses descriptions de leur but, d'exemples de paires d'entrées/sorties, ou même de descriptions en langue naturelle de marches à suivre. Les réalisations en ce domaine se limitent actuellement à quelques exemples caractérisés par un faible niveau de complexité. Il est possible que la recherche en programmation automatique produise non seulement des systèmes logiciels semi-automatisés mais aussi des programmes d'IA qui apprennent, c'est-à-dire qui sont capables de modifier leurs représentations des connaissances et bases de données et, partant, de réagir face aux situations nouvelles.

Les chercheurs en IA qui espèrent doter les ordinateurs de la capacité d'apprendre sont-ils trop optimistes?

Lors d'une entrevue avec Deborah Sweitzer et Paul Schabracq, M. Ira Goldstein, de Hewlett-Packard, à Palo Alto (Californie), a exprimé le point de vue des optimistes de l'IA :

> À mon avis, tout ce qu'un homme peut faire, la puce de silicium peut le faire aussi. Le carbone n'a rien de magique, et c'est pourquoi lorsqu'on me pose la question «Est-il possible qu'un jour des machines possèdent nombre des capacités qui sont aujourd'hui l'apanage de l'homme?», je réponds «oui». Je pense que si Dieu a créé l'univers, alors nous sommes tous des choses matérielles. Je ne pense pas qu'il ait écarté la possibilité de créer, à partir du silicium, d'autres choses matérielles qui auraient des propriétés semblables aux nôtres. Cela est entièrement conforme aux règles du jeu établies par Dieu; cela peut s'expliquer de façon matérielle et scientifique. Tout processus biochimique qui se produit dans notre tête peut être reproduit au moyen d'électrons circulant sur du silicium.[5]

Essentiellement, les problèmes de la recherche en IA concernent l'acquisition de connaissances par l'ordinateur, leur représentation dans l'univers interne de ce dernier et leur extraction. Plus précisément, cette recherche porte sur les domaines suivants :

- Comment la connaissance peut-elle être obtenue du monde extérieur (matériel)?
- Comment cette connaissance peut-elle être absorbée et exprimée intérieurement, c'est-à-dire dans l'ordinateur?
- Comment la connaissance tirée de sources d'information (imprimées ou humaines) peut-elle être exprimée intérieurement de façon compatible avec les connaissances obtenues du monde extérieur?
- Comment ces représentations peuvent-elles être manipulées pour en tirer des observations spécifiques ou des «opinions» générales?
- Comment le système doté de ces représentations peut-il choisir et demander les informations supplémentaires dont il a besoin pour remplir ses fonctions?

Les citations suivantes, tirées des entrevues faites par Sweitzer et Schabracq, résument les grands problèmes de l'IA.

> L'homme est manifestement très supérieur à tout ce qui a été créé jusqu'à présent pour résoudre les problèmes. Si on me demandait «Les machines égaleront-elles jamais l'homme au plan de la résolution générale de problèmes?», je répondrais que cela est difficile à imaginer durant les deux ou trois prochaines générations, à 100 ans près. (Charles Rosen, *Machine Intelligence Corp.*, décembre 1981)[6]

> Le problème de l'acquisition de connaissances constitue le principal obstacle dans le domaine de l'IA, tout simplement parce que l'on suppose que les systèmes deviennent plus puissants en acquérant plus de connaissances; les progrès au niveau de l'acquisition de connaissances dépendent grandement de l'avancement des travaux sur la compréhension du langage. (Edward Feigenbaum, université Stanford, décembre 1981)[7]

> Nous en sommes venus à constater que pour élaborer des programmes vraiment intelligents, il nous fallait simuler le raisonnement basé sur le sens commun : celui qui permet aux gens sans qualifications particulières de bien fonctionner dans leur vie quotidienne, non pas dans un domaine fondé sur des connaissances spécifiques mais plutôt dans des domaines où on se base sur la connaissance du monde qui nous entoure — comme les notions de physique que possède un enfant de 12 ans avant son premier cours de physique, par exemple celle des objets qui tombent. (Nils Nilsson, *SRI International*, décembre 1981)[8]

On pourrait comparer l'acquisition des connaissances par un ordinateur au processus d'apprentissage qui fut celui d'Helen Keller. Sourde et aveugle à l'âge de deux ans, Helen Keller n'en fut pas moins

une personne très bien informée pouvant dès les premières années de son adolescence comprendre et discuter les divers aspects de la vie. Pour ce faire, elle dut acquérir non seulement une connaissance du monde par le «canal» très étroit du toucher, mais aussi concevoir un monde conforme à celui que les autres se représentent. De même, les chercheurs en IA sont embarrassés par l'inaptitude de l'ordinateur à obtenir, à se représenter ou à assimiler une connaissance du monde réel. Comme Helen Keller, l'ordinateur est limité par ses dispositifs d'entrée et dépend entièrement de l'intervention humaine pour se représenter, enregistrer et programmer la connaissance du monde réel.

Un problème connexe consiste à représenter dans la machine les structures sous-jacentes de l'esprit humain qui lui permettent d'emmagasiner, d'organiser et de manipuler l'information qu'il reçoit et de l'assembler en une vision globale du monde. Les humains se servent de cette vision ou représentation du monde comme point de référence quand il s'agit d'évaluer de nouveaux renseignements, de formuler une hypothèse, de peser des solutions possibles, d'entretenir une conversation, et ainsi de suite. L'un des obstacles qui empêchent les chercheurs de doter l'ordinateur de cette aptitude vient du fait que les ordinateurs ne comprennent pas vraiment les données qu'ils manipulent. Les relations exprimées par un ordinateur, bien qu'elles symbolisent une situation concrète et qu'elles semblent révéler la compréhension, ne sont que des abstractions de la réalité traduites et retraduites d'un système de représentation à un autre, chacun étant lui-même abstrait. C'est uniquement du programme et du programmeur que l'ordinateur tient la faculté de communiquer, puisque les règles et les stratégies de commande sont le produit de capacités humaines.

Il faudrait probablement beaucoup de temps pour trouver des solutions créatives et pratiques au problème de l'inaptitude de la machine à absorber les données sur le monde réel et à les comprendre, car on ne sait pas très bien comment le cerveau humain procède sur ce plan et on ne dispose pas de modèles qui permettraient d'organiser la recherche. Afin de surmonter en partie ces obstacles, les chercheurs tendent à résoudre les problèmes dans des domaines restreints, ce qui leur permet d'ordonner et de coder les informations pertinentes. Cette tendance, qui se poursuivra sûrement, se concrétise dans l'émergence des systèmes experts, le traitement des langages naturels et la robotique. Si on parvenait à représenter exactement le monde en petites parties, on pourrait probablement le simuler afin de résoudre les problèmes. L'utilisation de modèles à domaine restreint constitue en soi une limitation qui déterminera la nature et la portée des problèmes qui peuvent être traités au moyen de machines.

Applications de l'IA

Les codes universels de produits (codes à barres), l'exploitation en temps partagé, les programmes d'échecs, ainsi que les techniques de reconnaissance des structures dans le domaine des radars, de la géophysique et du traitement des signaux sismiques sont tous des exemples d'applications de l'IA. Ces systèmes sont opérationnels, ont été commercialisés et représentent un pas en avant pour l'informatique. Ils marquent une mutation de l'ordinateur, qui, d'appareil de traitement de l'information, devient appareil de traitement des connaissances, et de machine à calculer et à stocker des données, devient une machine capable de raisonnement et de déduction.

Au cours des années 70, certains des chercheurs qui s'efforçaient d'amener les ordinateurs à s'exprimer en langage naturel en sont arrivés aux mêmes conclusions que les spécialistes des systèmes experts : en rétrécissant le domaine traité, on pourrait inculquer à un programme assez de connaissances pour lui permettre de converser sérieusement. Cette approche commence à porter des fruits dans un domaine particulier : l'utilisation du langage naturel pour interroger les bases de données existantes. Une équipe de chercheurs du SRI a rédigé un programme baptisé Ladder, qui peut répondre aux questions portant sur le personnel et les navires de la marine américaine. (Ces travaux sont effectués pour le ministère de la défense.)

À l'université de Pennsylvanie, où fut conçu ENIAC, le premier ordinateur numérique entièrement électronique, les chercheurs ont obtenu certains succès dans leurs efforts pour amener leur programme à répondre intelligemment aux questions concernant les dossiers des étudiants. Ils le rendent notamment capable de fournir spontanément des informations qui peuvent avoir un rapport avec la demande initiale, d'indiquer le contexte de ces informations et de reconnaître les demandes implicites inhérentes au dialogue humain.

Mais le véritable champion des programmes commerciaux de langage naturel est Intellect, élaboré par Artificial Intelligence Corporation (AIC), de Waltham, au Massachusetts. Ce programme permet à l'utilisateur d'interroger directement la base de données d'une société sans devoir passer par l'informaticien pour qu'il traduise la demande en commandes que l'ordinateur peut comprendre, ou sans avoir à mémoriser toute une série de règles pour accéder à l'information.

Intellect accepte une demande tapée en langage naturel par l'utilisateur, la transpose sous une forme compatible avec les particularités de la base de données, la reproduit sur l'écran pour que l'utilisateur puisse voir si sa demande a été bien comprise et rappelle l'information demandée. Cette démarche exige des connaissances concernant les intentions de l'utilisateur et le contexte de la demande. Intellect obtient

ces connaissances en interrogeant la base de données, souvent à maintes reprises au cours d'une même opération. Ainsi, la question «Quel est le salaire moyen de nos vendeurs(euses) de New York?» amènerait le programme à consulter la base de données pour déterminer si «New York» est ambigu ou non. Constatant qu'il existe deux New York, il réagirait en demandant à l'utilisateur s'il s'agit de la ville ou de l'État.

Toutefois, si l'on dit à Intellect «Comparez les salaires moyens de nos vendeurs(euses) de New York et de Chicago», il consultera la base de données, constatera que Chicago est une ville, déduira qu'il en est de même pour New York et fournira la comparaison désirée. Voici d'autres demandes types qui pouvent être traitées par Intellect : «Combien de nos vendeurs(euses) du New Jersey ont dépassé leurs objectifs?» «Combien parmi eux sont directeurs ou superviseurs?» «Leurs noms?» «Combien sont couverts en cas d'accident avec un conducteur non assuré?» «Dressez la listes des magasins qui emploient plus de 20 personnes et dont les ventes brutes annuelles sont inférieures à 750 000 $.»

Intellect est un produit commercial pratique, car sa structure fait qu'il n'est pas nécessaire de constituer une énorme base de connaissances pour chaque nouvelle application. Les connaissances sont tirées automatiquement de la base de données. Chaque nouvelle application nécessite simplement la constitution d'un lexique spécialisé — y compris, si nécessaire, le jargon de la société —, ce qui prend environ deux semaines. Achetée directement d'AIC, la licence permanente d'Intellect coûte entre 50 000 et 75 000 $, plus des frais de 7 500 $ pour chaque lexique établi par AIC. Au début de 1983, plus de 500 contrats d'achat avaient été signés. Parmi les acheteurs, notons Ford, qui utilise ce programme pour répondre aux questions concernant les règlements sur la protection de l'environnement auxquels satisfait chaque modèle; E.I. Du Pont de Nemours, qui l'utilise pour le traitement des questions concernant la production et les ventes de polymères et de résines; une banque de l'État du Rhode Island, qui l'utilise pour traiter les questions concernant ses portefeuilles de prêts commerciaux.

Les systèmes experts (SE) représentent une autre réussite de l'IA. Le premier SE fut DENDRAL, créé par Edward Feigenbaum, de l'université Stanford. Sa fonction consiste à interpréter et à produire des représentations structurales plausibles de molécules organiques à partir des données tirées d'un spectrogramme de masse. Selon Feigenbaum,

> Un «système expert» est un programme informatique intelligent qui utilise des connaissances et des règles de déduction pour résoudre des problèmes dont la solution exige des compétences humaines considérables. On peut considérer les connaissances requises pour fonctionner à ce niveau et les règles de déduction utilisées comme un

modèle du savoir-faire des meilleurs praticiens du domaine en question.

Les connaissances d'un système expert consistent en faits et en procédés heuristiques. Les «faits» constituent un corpus d'informations largement répandues, accessibles à tous et faisant l'objet d'un consensus chez les experts du domaine. Les procédés heuristiques sont pour la plupart des règles de bon jugement personnel (règles pour raisonner de façon plausible et pour bien deviner), généralement admises, qui caractérisent le processus décisionnel des experts du domaine. La performance d'un système expert est principalement fonction de l'importance et de la qualité de sa base de données.[9]

DENDRAL a donné naissance à plus de 40 systèmes experts. La mise au point d'un SE repose sur l'acquisition, la conceptualisation, l'organisation et l'extraction des connaissances. Feigenbaum a découvert que les experts de tous les domaines possèdent des quantités énormes de connaissances spécialisées. Le problème consiste à transférer ces connaissances — dont la plupart sont implicites — dans un programme informatique.

Le gros problème (pour la mise au point de DENDRAL) a été de s'asseoir avec ces chimistes, de les regarder travailler, de leur poser des questions sur leur façon de prendre des décisions — des questions auxquelles ils étaient parfois incapables de répondre en des termes faciles à introduire dans un programme — puis de trouver une manière de représenter ces connaissances et ces procédés empiriques dans une grande base de données.[10]

Le spécialiste de ce genre de problèmes est le technicien en connaissances. Il doit passer beaucoup de temps en compagnie de l'expert pour obtenir et définir les connaissances spécialisées. Cela pose un problème : le savoir de l'expert est en grande partie empirique et non absolu — surtout fondé sur de bonnes conjectures — plutôt que factuel et systématique.

Une bonne part (de ce savoir) est personnelle, non que l'expert soit réticent à dévoiler sa façon de procéder, mais parce qu'il en est incapable. En fait, il en sait plus qu'il ne le croit. Mais si quelqu'un entreprend d'observer patiemment cet expert s'adonnant à l'activité dans laquelle il excelle, ou si l'expert s'observe lui-même, les connaissances finissent par transparaître et deviennent claires.[11]

Les systèmes experts sont des programmes qui fournissent connaissances et conseils dans un domaine, par exemple la géologie ou la médecine, à un niveau de compétence égal à celui d'un spécialiste. Ils sont supérieurs aux bases de données, car ils imitent le processus employé par le spécialiste pour utiliser son savoir, associer des éléments disparates de connaissances et raisonner. Dans le programme d'un

système expert, cette information est explicitée et rendue communicable à l'usager. Les programmes informatiques classiques sont algorithmiques, c'est-à-dire qu'ils suivent une marche définie de A à Z, étape par étape, ou ne sont que des listes d'instructions servant à résoudre les problèmes. Les systèmes experts tirent des conclusions, non seulement par calcul et logique, mais aussi par inférence plausible et par des méthodes heuristiques.

Le système expert est généralement programmé pour répondre à des ordres simples en langue naturelle. La solution à un problème, y compris la méthode par laquelle le système y est arrivé, et les demandes d'informations supplémentaires sont exprimées en courts membres de phrases ou en phrases complètes. Cette faculté qu'a le système expert d'expliquer en langue naturelle son raisonnement est appellée «transparence». Elle permet à l'usager d'accepter ou de rejeter les conclusions du système expert. L'un des atouts des systèmes experts est qu'ils peuvent, en plus de fournir des réponses exactes, justifier ces réponses en des termes facilement compréhensibles par l'utilisateur.

On met actuellement au point des systèmes experts en biochimie, en génétique, en psychologie, en administration des affaires, en génie, en droit et même pour la conception de programmes informatiques. Ces systèmes servent aux fins suivantes :

- planification, surveillance, suivi et contrôle de projets;
- communications;
- analyse, commande et contrôle des signaux, et analyse de l'intelligence;
- conception, planification, ordonnancement et contrôle en construction et en fabrication;
- instruction, réalisation de tests et diagnostic en éducation;
- conception, surveillance, recherche des pannes, entretien, réparation, exploitation et formation dans le domaine de l'équipement;
- analyse et interprétation des images;
- consultation, formation, interprétation et analyse en droit, en médecine, en génie, en comptabilité et en application des lois;
- élaboration de fiches techniques, conception, vérification, entretien et formation dans le domaine du logiciel;
- identification des cibles, guerre électronique et contrôle adaptatif pour systèmes d'armes.[12]

Le tableau 8.1, tiré de Sweitzer et Schabracq[13], indique les noms et types de systèmes experts actuellement en usage.

Tableau 8.1. Certains systèmes experts actuellement en usage

Domaine d'application	Nom du système	Chercheur(s)	Description du système
Systèmes informatiques	R1	J. McDermott (Carnegie-Mellon)	Détermine si l'ensemble des composants d'un autre système est complet; détermine les relations entre les composants.
	XSEL	J. McDermott (Carnegie-Mellon)	Extension du R1. Aide les vendeurs(euses) à choisir le système informatique le plus approprié.
Calcul	PSI	C. Green (Kestrel Institute)	Mise en oeuvre automatique de programmes choisis par dialogue en langage naturel.
	LIBRA	E. Kant (Carnegie-Mellon)	Élément efficacité-analyse du système PSI.
	PECOS	D.R. Barstow (Schlumberger)	Synthétiseur de programmes à base de connaissances pour système PSI.
Éducation	GUINDON	W.J. Clancey (Stanford)	Programme d'enseignement assisté par ordinateur grâce auquel les étudiants apprennent en répondant, par des déductions et des corrections successives, à des séries de questions techniques
Génie	DART	Réalisation conjointe IBM-Stanford	Outil de référence pour l'aide au diagnostic utilisé en génie de terrain. Examine la possibilité d'utiliser des systèmes experts pour aider à diagnostiquer les défaillances des systèmes informatiques.
	KAS	R. Reboh (Stanford Research Institute)	Système d'acquisition de connaissances. L'ordinateur utilise les systèmes existants pour en concevoir de nouveaux.
	SACON	J.S. Bennett/ R.S Engelmore (Stanford)	Système expert en analyse structurale. Aide les ingénieurs spécialisés en structures à trouver la meilleure stratégie d'analyse pour chaque problème.

Tableau 8.1. (suite)

Domaine d'application	Nom du système	Chercheur(s)	Description du système
	SU/X	H.P. Nii/ E.A. Feigenbaum (Stanford)	Identifie les objets en mouvement et évalue leurs paramètres (position, vélocité, etc.) à partir de données de signaux primaires.
Géologie	PROSPECTOR	P.E. Hart/ R.O. Duda (Stanford Research Institute)	Système expert évaluant la possibilité que des sites abritent des dépôts de minerai. Basé sur le CBC (Computer Based Consultant), système qui diagnostique les défaillances de l'équipement électromécanique.
	DIPMETER ADVISOR	(Projet réalisé pour Schlumberger)	Système d'analyse des données des diagrammes de sondage en fonction des paradigmes du système de production.
Médecine	CADUCEUS	J.D. Myers/ H.E. Pople (Pittsburg)	Programme de diagnostic-conseil pour différents problèmes de médecine interne. Autrefois appellé INTERNIST.
	MYCIN	E.H. Shortliffe (Stanford)	Diagnostique les infections bactériennes et prescrit un traitement.
	ONCOCIN	E.H. Shortliffe (Stanford)	Conçu pour aider les médecins dans le traitement du cancer. Aide à l'administration de régimes complexes à base de médicaments.
	PUFF	J.C. Kunz (Stanford)	Analyse les résultats de tests pour déceler les troubles pulmonaires.
	RX	R.L. Blum (Stanford)	Aide à l'analyse statistique de l'état des malades chroniques dont le dossier est ouvert depuis longtemps.

Tableau 8.1. (suite)

Domaine d'application	Nom du système	Chercheur(s)	Description du système
	VM	L.M. Fagan (Stanford)	Analyse les données physiologiques des patients pour aider le médecin à décider quand ils peuvent recommencer à respirer sans une aide extérieure.
Sciences	MÉTA-DENDRAL	B.C. Buchanan (Stanford)	Utilise des données de spectrométrie de masse pour déduire des règles sur le comportement des molécules fragmentées.
	MOLGEN	J. Lederberg (Stanford)	Aide les généticiens dans la préparation d'expériences comportant l'analyse structurale et la synthèse de l'ADN.

PROSPECTOR est un exemple de système expert. Il aide les géologues qui s'occupent de prospection en identifiant les gîtes minéraux qui sont susceptibles de se trouver à un endroit particulier. Il existe environ 35 principaux types de gîtes minéraux d'intérêt économique et géologique, et PROSPECTOR en connaît actuellement neuf appartenant à diverses catégories de gisements de plomb, de zinc, de cuivre et d'uranium. L'utilisateur pose des questions simples à l'ordinateur en lui fournissant des renseignements concernant le terrain prospecté (ex. : «présence de galène» ou «présence possible de sphalérite»). PROSPECTOR pose ensuite à l'utilisateur des questions du genre «Dans quelle mesure croyez-vous qu'il existe des signes de métamorphisme?». L'utilisateur répond par un chiffre indiquant la nature de son opinion : de -5 (certainement pas) à +5 (certainement). D'après la réponse de l'utilisateur, le système évalue diverses hypothèses, détermine la plus probable et pose des questions visant à la vérifier. À tout moment, l'utilisateur peut demander à PROSPECTOR pourquoi il raisonne de telle ou telle façon. En tapant «pourquoi» suite à la question posée plus haut concernant le métamorphisme, on obtiendrait l'explication suivante :

> Tout signe de minéralisation à haute température indique une faible probabilité que le gisement éventuel soit intéressant. Cependant, si les hautes températures ont été causées par un métamorphisme subséquent, la probabilité est plus grande.

PROSPECTOR a atteint un niveau de performance qui satisfait les géologues. Il pose les questions appropriées et aboutit à des conclusions en suivant à peu près le même cheminement qu'un consultant. PROSPECTOR contient actuellement plus de 900 règles et en est toujours au stade du développement, car il n'identifie pas encore tous les principaux types de gisement. Ce système a déjà le mérite d'avoir découvert un important gisement de molybdène dans l'État de Washington.

PUFF est un modèle de système expert utilisé dans un domaine différent. Récemment mis au point par le Pacific Medical Center en collaboration avec l'université Stanford, PUFF est utilisé pour diagnostiquer les dysfonctions pulmonaires et déterminer le traitement approprié. Contrairement à PROSPECTOR, il utilise deux sources distinctes de données. Premièrement, on introduit dans l'ordinateur des renseignements sur le malade, par exemple l'âge, le sexe et le nombre d'années-paquets de cigarettes. Ensuite, on relie le malade à un combiné appareil/ordinateur qui recueille des données comme le débit et le volume respiratoires. Le système PUFF produit des diagnostics et les présente sous une forme succincte, comme le font habituellement les médecins.

Tout le savoir de PUFF en matière de diagnostic pulmonaire est contenu dans une série de 55 règles qui ont été élaborées par des experts médicaux et les ingénieurs chargés du projet. Cent cas représentant divers états pathologiques ont servi pour établir ces règles. À mesure que des connaissances étaient acquises, elles étaient converties en règles et incorporées dans le système. Au commencement, l'expert consulté a souvent été surpris et choqué par les inexactitudes et les contradictions que comportaient les connaissances du système et par la formulation de diagnostics erronés, qui n'étaient que la conséquence logique de règles et d'informations fautives. Une fois ces anomalies corrigées, 150 nouveaux cas qui n'avaient pas été étudiés lors du processus d'acquisition des connaissances ont été utilisés pour tester et valider le système. Il y a eu accord entre PUFF et le médecin dans 90 pour cent ou plus de ces cas.

Le principal objectif des systèmes experts (comme de toute l'IA) est la représentation et la récupération du savoir, et l'addition de nouvelles connaissances. La faculté d'apprendre est une caractéristique importante du système expert et représente un des éléments de base de l'intelligence. À proprement parler, les systèmes experts actuels «n'apprennent» que dans un sens bien restreint : des experts humains travaillant en tandem avec un technicien en connaissances incorporent de nouvelles connaissances et règles dans le système. À l'heure actuelle, la mise au point des systèmes experts est presque une industrie artisanale. C'est une activité qui exige des gens très qualifiés et beau-

coup de travail et de temps. Actuellement, on introduit manuellement les connaissances dans la machine. Si l'on parvenait à semi-automatiser ou même à automatiser ce processus, il en résulterait une croissance exponentielle du nombre et des capacités des systèmes experts, ainsi que de l'accessibilité et du volume des connaissances elles-mêmes. Ce sera l'un des grands domaines de recherche en IA au cours de la prochaine décennie.

Les systèmes experts ont acquis une telle efficacité que ce domaine de recherche autrefois si obscur qui souffrait d'un manque de soutien pose maintenant un problème nouveau : l'exode des chercheurs en IA vers le secteur privé. Lors de la conférence nationale sur l'intelligence artificielle tenue à Pittsburg en 1982, de nouvelles firmes ont présenté leurs produits et cherché à recruter les jeunes diplômés de ce domaine. Cette tendance illustre le succès de la recherche en IA et, bien qu'elle puisse amener certains grands cerveaux appartenant à cette spécialité à s'intéresser aux applications commerciales, elle devrait assurer qu'une certaine forme d'intelligence soit incorporée à la machine et diffusée pour servir l'humanité.

Quelques implications de l'intelligence artificielle

À l'époque des premiers ordinateurs, IBM se mit à craindre que les gens d'affaires soient effrayés par ces machines dont on vantait la faculté de penser. Ces derniers, croyait-on, se sentiraient menacés par les machines intelligentes, et les ventes de la compagnie chuteraient. Les vendeurs(euses) d'IBM répétèrent donc à qui voulait l'entendre que les ordinateurs étaient des machines essentiellement stupides qui obéissent servilement à leur programme, incapables de s'en écarter. Il semble que cette affirmation soit encore en partie exacte. Toutefois, une programmation ingénieuse et compliquée commence à produire des résultats assez étonnants.

Il est choquant, pour les chercheurs en IA, de constater que l'apport de l'IA dans divers produits n'est pas considéré. Lorsqu'un ordinateur réussit à accomplir une tâche aussi bien qu'un être humain et que son fonctionnement est bien compris, les critiques prétendent souvent que l'activité en question est entièrement mécanique et donc «pas vraiment intelligente». Raymond Curnow a résumé cette situation en énonçant ce qu'il est convenu d'appeler la loi de Tesler : «Aujourd'hui, on peut définir l'IA comme la recherche de ce que les machines *ne peuvent encore faire* »[14]. Lorsque le pouvoir de compréhension, de raisonnement, de conceptualisation et de signification d'un programme peut être démontré, il semble qu'il se produise une démystification de l'intelligence. Inexplicablement, lorsqu'il est possible de comprendre comment la machine accomplit sa tâche, nom-

breux sont ceux qui affirment sur le champ que cette dernière ne requiert aucune intelligence. Il semble exister une crainte sous-jacente de comprendre l'intelligence en termes courants. La prise de conscience que certaines entités non humaines pourraient manifester à l'égard de l'intelligence est peut-être si terrifiante que, par définition, on la refoulera toujours. Peut-être la race humaine se considère-t-elle comme le centre de l'univers intelligent et que tout ce qui contredit cet axiome sera ridiculisé et immédiatement qualifié de «mécanique», c'est-à-dire ne comportant aucune «intelligence véritable».

Les publications spécialisées d'informatique parlent de plus en plus de machines «ingénieuses». Jusqu'à quel point le sont-elles? Répondre à cette question exigerait une théorie et une compréhension de l'intelligence humaine faisant l'objet d'un large consensus, ce que philosophes et psychologues n'ont pu produire.

Dans son livre ***Machines Who Think***, Pamela McCorduck s'est longuement penchée sur la question de la définition de l'intelligence et a conclu qu'il s'agissait d'un concept relatif plutôt qu'absolu. Règle générale, le groupe dominant d'une société se décrit comme intelligent et considère les autres groupes comme l'étant moins.

Dans un ouvrage plus récent, elle décrit, à la troisième personne, sa compréhension de l'intelligence et de la pensée :

> Elle commença à comprendre en comparant les arguments invoqués contre les machines pensantes avec les raisons données au XIX^e^ siècle pour justifier l'allégation que les femmes n'atteindraient jamais le niveau intellectuel des hommes. Elle trouva des parallèles hilarants. Tout d'abord, elle ne vit en tout cela que quelques extraits amusants à citer à ses étudiants pour illustrer pourquoi on considérait que les femmes ne pourraient jamais penser véritablement — raisons émotives, différences insurmontables entre hommes et femmes, absence de précédent et même considérations éthiques — mais peu à peu, elle prit conscience qu'il s'y trouvait une vérité plus fondamentale. ***L'intelligence était un terme politique***, défini par le pouvoir en place, ce qui expliquait l'étonnante élasticité de cette définition. Quant à la question «Une machine peut-elle penser?», elle perdit à nouveau toute importance. (Le soulignement est de l'auteur de l'ouvrage.)[15]

D'autres observateurs reconnaissent la possibilité d'une véritable intelligence artificielle, mais ils ne savent pas jusqu'à quel point les machines devraient remplacer les gens. Joseph Weizenbaum, professeur au Massachusetts Institute of Technology (MIT), est peut-être le plus farouche adversaire du rôle grandissant que notre société prête aux ordinateurs. Son argument de base est qu'il existe une différence fondamentale entre l'homme et la machine. Atténuer cette différence conduit à trop attendre des machines et met en question la place que l'homme s'est donnée au centre de l'univers. Pour M. Weizenbaum, la

question n'est pas de savoir si les machines pourront être aussi efficaces que l'homme, mais plutôt s'il faut leur confier des tâches qui peuvent être accomplies par des êtres humains.

M. Weizenbaum est le créateur du célèbre programme ÉLIZA, conçu pour dialoguer avec une personne dans un cadre psychothérapeutique. ÉLIZA joue le rôle du thérapeute. La «conversation» qui suit entre une jeune femme et ÉLIZA illustre la technique du programme qui, à l'exemple du thérapeute humain, encourage son client à continuer de parler.

Cliente : Les hommes sont tous semblables.
ÉLIZA : En quel sens?
Cliente : Ils nous embêtent toujours pour quelque chose.
ÉLIZA : Pouvez-vous penser à un exemple précis?
Cliente : Eh bien, c'est mon ami qui m'a fait venir ici.
ÉLIZA : C'est votre ami qui vous a fait venir ici?
Cliente : Il dit que je suis souvent déprimée.
ÉLIZA : Je suis désolée de vous savoir déprimée.
Cliente : C'est vrai. Je suis malheureuse.
ÉLIZA : Croyez-vous que venir ici vous aidera à être plus heureuse?
Cliente : J'ai besoin d'aide, cela me semble certain.
ÉLIZA : Qu'est-ce que ça représenterait, pour vous, d'avoir de l'aide?
Cliente : Peut-être que j'apprendrais à m'entendre avec ma famille.
ÉLIZA : Parlez-moi de votre famille.
Cliente : Ma mère s'occupe de moi.
ÉLIZA : Qui d'autre s'occupe de vous dans votre famille?
Cliente : Mon père.
ÉLIZA : Votre père?
Cliente: Vous ressemblez un peu à mon père.
ÉLIZA : Quelles ressemblances voyez-vous?
Cliente : Vous n'êtes pas très agressive, mais je crois que vous ne voulez pas que je m'en aperçoive.
ÉLIZA : Qu'est-ce qui vous fait croire que je ne suis pas agressive?
Cliente : Vous ne discutez pas avec moi.
ÉLIZA : Pourquoi croyez-vous que je ne discute pas avec vous?
Cliente : Vous avez peur de moi.
ÉLIZA : Cela vous plaît-il de savoir que j'ai peur de vous?
Cliente : Mon père a peur de tout le monde.
ÉLIZA : Y a-t-il autre chose qui vous vient à l'esprit quand vous pensez à votre père?
Cliente : Des brutes.
ÉLIZA : Est-ce que cela a quelque chose à voir avec le fait que votre ami vous a fait venir ici?

Cette «séance» semble indiquer que le programme peut raisonner. En fait, il est conçu pour utiliser des mots et des membres de phrases clés et les répéter ou, lorsqu'il est dérouté, pour dire «Donnez-moi plus de détails» ou «Je ne comprends pas», ou encore «Je comprends», etc. Le programme ne comprend rien, mais à cause du domaine spécifique de la situation thérapeutique, il ***semble*** comprendre.[16]

Les réactions suscitées par son programme (aussi appellé DOCTOR) ont surpris M. Weizenbaum. De nombreux psychiatres ont pensé qu'il pourrait servir dans les hôpitaux psychiatriques, permettant ainsi à un plus grand nombre de gens de parler d'eux-mêmes, de se défouler et de mieux comprendre leur comportement.

M. Weizenbaum a été stupéfié par la rapidité avec laquelle les gens ont adopté le programme ÉLIZA et la façon dont ils en sont venus à faire confiance et à se confier à ce qui était essentiellement un ordinateur.

> Un jour, ma secrétaire, qui m'avait vu travailler à ce programme pendant des mois et qui savait donc certainement qu'il s'agissait d'un simple programme informatique, se mit à converser avec lui. Après seulement quelques échanges, elle me demanda de quitter la pièce.[17]

Devant tant de confiance accordée à une machine jouant un rôle normalement confié à un être humain, M. Weizenbaum fut incité à prendre position par rapport au reste de la communauté des chercheurs en IA.

> ... En bref, [il y a ceux] qui croient que les ordinateurs peuvent et devraient tout faire, et qu'ils le feront; par contre [il y a ceux] qui, comme moi, estiment qu'il y a des limites à ce que l'on doit confier aux ordinateurs.[18]

M. Weizenbaum est apparu comme le chef de file des critiques de l'expansion non planifiée de l'IA dans tous les domaines de l'activité humaine. Il s'oppose à l'usage des ordinateurs dans les cas suivants :

- à la guerre, pour tuer plus facilement et plus efficacement, et pour augmenter la distance entre l'utilisateur du programme et l'éventuel ennemi ou victime;
- dans les cas où les effets des ordinateurs ou de la recherche en informatique sont irréversibles et où les effets secondaires de l'application, de la recherche, ou des deux, ne sont pas entièrement prévisibles;
- en tant que substitut d'un être humain dans un domaine où respect, compréhension et amour entre les personnes sont nécessaires.

C'est ce dernier cas qui a plongé M. Weizenbaum dans le débat concernant le programme ÉLIZA. Il rejette donc l'idée d'utiliser des ordinateurs comme thérapeutes, non parce qu'ils seraient incompétents, mais parce que cet usage serait immoral. Même s'il est possible qu'une personne en difficulté profite d'un dialogue avec un ordinateur et même si une thérapie avec un humain est impossible à cause des coûts trop élevés ou d'un manque de personnel, M. Weizenbaum s'opposerait à l'usage d'ordinateurs parce que, malgré leur efficacité, cela représenterait une intervention de la machine là où celle de l'homme est moralement nécessaire.[19]

Pamela McCorduck a répondu à cet argument en établissant un parallèle avec le grand débat auquel a donné lieu l'introduction réussie de la pharmacothérapie en psychiatrie.

> Peu importe que la pharmacothérapie soulage réellement le malade de son angoisse, qu'elle prenne beaucoup moins de temps et qu'elle coûte mille fois moins cher. Les produits thérapeutiques n'élimineraient pas les causes profondes du malaise, disaient les critiques, ils ne feraient que masquer les symptômes.[20]

Elle poursuit en observant que les médicaments (comme les machines) fonctionnent et ils contribuent effectivement à atténuer la douleur et la souffrance humaine. Dans bien des cas, nous ignorons comment et pourquoi les médicaments agissent, mais le fait qu'ils fonctionnent impose un lourd fardeau à ceux qui prétendent qu'aucune intervention pharmacothérapeutique n'est justifiée s'il est possible qu'un thérapeute humain obtienne des résultats semblables — encore que sur une période plus longue. Le fait que des millions d'aspirines sont consommées chaque jour, sans que l'on comprenne vraiment comment elles soulagent la douleur, n'empêche pas les gens d'estimer que l'utilisation de ce produit est justifiée. Selon P. McCorduck, la thérapie informatique — si elle fonctionne — devrait être encouragée. D'après elle, c'est la nouveauté de cette approche qui explique l'opposition de M. Weizenbaum, mais elle commanderait plutôt une exploration prudente.

Les questions soulevées par M. Weizenbaum à propos du programme ÉLIZA sont au coeur de toute la recherche en IA (bien que le programme ÉLIZA, qui remonte aux années 60, soit décrit par d'aucuns comme n'étant pas «un vrai produit d'IA» et soit de toute façon primitif en comparaison des programmes actuels).

De plus en plus de spécialistes de ce domaine en viennent à croire que l'ordinateur peut agir intelligemment et que la perpective d'un monde doté de machines intelligentes est vraiment emballante. En outre, il est vraiment renversant de constater que l'on peut déjà apprendre à l'ordinateur à raisonner, bien qu'à un niveau primitif. On

peut déjà montrer aux machines comment tirer des leçons de leurs expériences, ainsi qu'à prendre des décisions basées sur ces expériences et sur le vaste ensemble de connaissances qu'elles ont en mémoire. On confiera sans doute aux machines une partie des tâches importantes qu'accomplissent présentement les médecins, avocats, professeurs ou journalistes.

Ces développements soulèvent toutefois des questions concernant le rôle des ordinateurs. Délogeront-ils l'homme, depuis toujours au centre de l'univers intellectuel? Savoir égale pouvoir; or, l'ordinateur amplifie ce pouvoir.

On trouvait récemment à la une du *Globe and Mail* un article intitulé «Computers to Sound Battle Cry»[21] (L'ordinateur sonnera l'attaque) qui indiquait que le département américain de la défense envisageait la mise au point d'un ordinateur capable de planifier les batailles aussi habilement qu'un général. Le programme informatique aurait une «capacité de juger» qui lui permettrait de prendre des décisions sur les mouvements de troupes et d'armes et de reviser continuellement ses ordres à partir des résultats obtenus. Le premier ordinateur général pourrait prendre un commandement dès 1990, d'après un projet présenté au Pentagone par TRW Defence Systems de Redondo Beach (Californie). Il ne s'agira pas d'un appareil «à sécurité intégrée» (on désigne ainsi une procédure humaine pour ordonner le lancement de missiles), mais l'ordinateur ordonnera que des armes soient expédiées au combat sans l'approbation de chefs militaires.

Les préoccupations de M. Weizenbaum à propos des ordinateurs conçus pour enlever la vie ont été confirmées par les événements. Les progrès rapides de l'IA ont suscité la crainte qu'un jour les machines soient autonomes, en d'autres termes que les décisions des machines puissent remplacer celles des êtres humains ou prendre le pas sur elles.

> «Le danger n'est pas là», de dire Daniel Bobrow, de Xerox; «le vrai danger, c'est que les gens deviennent de plus en plus dépendants des machines. Si vous confiez une tâche à une machine intelligente, un problème se pose lorsqu'apparaît une situation nouvelle à laquelle elle n'est pas préparée et qu'elle ne comprend pas les options non prévues par le système. Notre dépendance face à la machine présente alors un danger pour nous . . . Dans la mesure où nous confions des responsabilités à des programmes informatiques, nous nous faisons des illusions. Nous ne devons pas donner aux machines des pouvoirs non assortis de responsabilités. Il nous faut reconnaître que le programme informatique est un intermédiaire. De nos jours, dire «c'est ce que l'ordinateur a dit de faire» ou «l'ordinateur a gaffé», c'est chercher une excuse. Ce sont les gens qui ont monté le système informatique en question qui sont responsables. Voilà le danger d'un trop grand anthropomorphisme. Nous nous retrouverons impuissants. Et si l'on décide de déconnecter cette machine? Le programme existe toujours; quelqu'un peut le prendre et le passer dans une autre machine. Alors, nous n'aurons plus aucun recours.»[22]

Il y a d'autres questions. Des machines intelligentes pourraient-elles en arriver à nous supplanter d'une manière plus directe, en prenant le contrôle de la société, en devenant des dictateurs numériques et en asservissant l'humanité? De telles questions déconcertent les spécialistes de l'IA parce que, d'une part, il y a risque de sensationnalisme, même dans la réponse la plus prudente et, d'autre part, parce que personne ne saurait y répondre.

> «Il n'y a aucune raison de supposer que nous voudrons un jour relier toutes les différentes machines intelligentes en vue de constituer un vaste cerveau électronique», répond Nils Nilsson, de *SRI International*. «Il n'y a aucune raison de supposer que nous voudrons le faire.» Et pourtant, selon cet argument, si les ordinateurs sont sur le point de programmer d'autres ordinateurs, les machines intelligentes ne pourraient-elles pas engendrer des machines ultra-intelligentes, et ainsi de suite? Cette question implique que si les machines devaient nous supplanter, il leur faudrait être plus intelligentes que nous. Et c'est là une idée qui répugne au plus haut point à certaines personnes, qui voient en la race humaine le point culminant de l'évolution du monde. Par contre, certains chercheurs en IA se demandent s'il est absolument assuré que l'homme soit aujourd'hui et à jamais unique. «Il y a des gens qui pensent que l'évolution s'est arrêtée et que rien ne peut dépasser l'homme en intelligence», déclare Marvin Minsky, du MIT. «Mais pourquoi en serait-il ainsi?»[23]

Le professeur Edward Fredkin, qui enseigne le génie électrique au MIT, met en relief la grande question philosophique sous-jacente aux progrès de l'IA : les êtres humains pourraient-ils, un jour, être surpassés par des machines agissant de façon plus intelligente qu'eux?

> C'est bien d'être un humain. Je suis content d'en être un et, en général, j'aime bien les humains, malgré leurs défauts. Je ne m'en plains pas . . . Ainsi, pour creuser un fossé, mieux vaut une machine. L'être humain est moins fort qu'une grue. Il ne peut pas voler sans avion. Il ne peut transporter autant de choses qu'un camion. Or, ces pensées ne gâchent pas ma journée. Il y a eu des gens qui tiraient toute leur fierté de leur force physique — John Henry et son marteau-pilon, par exemple. Aujourd'hui, c'est à un marteau-pilon intellectuel que nous avons affaire. L'intellectuel n'aime pas être surpassé par une machine, mais cela n'a rien de différent du type qui a été surpassé physiquement. Bon, les intellectuels se sentent menacés, mais ils ne devraient pas — nous devrions nous occuper uniquement de ce que nous pouvons faire nous-mêmes. L'idée même que nous devons être les meilleurs dans l'univers est plutôt farfelue. Il est évident que nous ne le sommes pas matériellement.
>
> En vérité, je crois que nous serons beaucoup plus heureux lorsque notre place dans le monde aura été délimitée. Nous n'aurons plus à porter le fardeau de l'univers sur nos épaules. Nous pourrons jouir de la vie sans nous inquiéter. Et je crois que ce sera une excellente chose.[24]

Le philosophe Hubert L. Dreyfus a dit douter que l'IA soit réalisable. Son livre *What Computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason*[25] renferme nombre d'allégations, dont certaines ont été dépassées par les événements. Une de ses affirmations célèbres fut que les ordinateurs ne seraient jamais assez perfectionnés pour jouer aux échecs à un niveau avancé. Les événements lui donnèrent tort et il fut lui-même battu par un ordinateur lors d'une célèbre partie d'échecs.

Cependant, M. Dreyfus, en tant que philosophe, propose des idées intéressantes sur la création d'une véritable IA.

> Tout le monde est conscient de l'importance de [la révolution informatique], mais nous sommes si près des événements qu'il est difficile de saisir leur signification. Cependant, une chose est claire : Aristote a défini l'homme comme un animal raisonnable et, depuis, on considère la raison comme l'essence de l'homme. Si nous nous apprêtons à créer l'intelligence artificielle, nous allons assister au triomphe d'une conception très particulière de la raison. En effet, si la raison peut être programmée dans un ordinateur, cela confirmera une compréhension de la nature de l'homme vers laquelle les penseurs de l'Occident progressent à tâtons depuis 2 000 ans, mais qu'ils ont été incapables, jusqu'à maintenant, d'exprimer et de mettre en oeuvre faute d'instruments appropriés. L'incarnation de cette institution changera radicalement notre conception de nous-mêmes. Si, par contre, l'intelligence artificielle s'avère impossible, il nous faudra distinguer la raison humaine et la raison artificielle, et cela aussi changera notre conception de nous-mêmes. Le moment est venu de reconnaître la justesse de l'intuition profonde des grands penseurs de l'histoire ou d'abandonner la conception qu'on a de l'homme depuis 2 000 ans.[26]

Ainsi, le succès ou l'échec de l'IA entraînera une transformation radicale de notre perception de nous-mêmes. Il maintiendra l'homme au centre de l'univers ou le détrônera à jamais.

Jacques Ellul nous prévient «qu'il ne faut pas confondre tendances et destin», mais la tendance au perfectionnement du matériel et des logiciels soulève des questions philosophiques fondamentales. Si les capacités informatiques ont tant progressé depuis 40 ou 50 ans (la majorité des progrès de la micro-électronique ayant été réalisés depuis 10 ans), quelles en seront les répercussions pour la société et la culture, dans l'avenir?

Si l'IA est bel et bien naissante, tout comme l'aviation à l'époque des frères Wright, alors la création d'un cerveau artificiel est une question de temps, d'efforts et d'expérimentations patientes. Cet exploit, si jamais on y arrive, sera certainement aussi important que la fission de l'atome.

Cet événement marquerait un nouveau départ au plan des actions, de la culture et de la perception de soi. Ce qui distingue nettement l'être humain du reste de la nature est sa capacité singulière de penser,

de ressentir des émotions et d'agir de façon délibérée. On retrouve quelques exemples limités de cette capacité chez certains animaux mais il n'y a aucun équivalent, dans la nature, de cette merveille qu'on appelle la raison.

Bien entendu, créer une véritable raison artificielle nécessiterait une compréhension de ce qu'est la conscience et un éventail très large de perceptions et de sensations comme les chatouillements et la douleur, les images mentales, les émotions, les souvenirs, les attentes, les désirs, les croyances, les motifs, les choix et les actions. Et que dire du concept freudien de l'inconscient? Pourrait-on le reproduire aussi dans une machine, de même que les désirs refoulés?

On a demandé à M. McCarthy, l'homme qui a popularisé l'expression IA à la conférence de Dartmouth, en 1956, s'il serait possible de construire des machines véritablement intelligentes, capables d'apprendre et dignes des prédictions de la science-fiction. Il a répondu par l'affirmative en justifiant ainsi sa réponse :

> La seule autre réponse possible est qu'il existe un domaine de la nature que la science ne peut atteindre. Et rien dans l'histoire de la science ne le prouve.[27]

Il arrive un moment où il convient de laisser ce genre de discussions aux théologiens, aux psychologues, aux moralistes et aux philosophes. Les faits sont là : les ordinateurs sont passés du traitement des données au traitement des connaissances. Les raisonnements, les déductions et la «confusion des idées» normalement attribués aux êtres humains se retrouvent maintenant chez la quarantaine de systèmes experts actuellement en service. L'IA est une réalité de la vie moderne et ne saurait disparaître. Comme le montrera la prochaine section portant sur les ordinateurs de la cinquième génération, l'IA s'intégrera à toutes les activités informatiques et en viendra à jouer un rôle toujours plus grand dans la vie de l'homme.

Bien qu'on ait pas encore mis au point des machines à raisonner universelles, il existe des programmes qui peuvent raisonner. Que se produira-t-il si les objectifs finals de l'IA sont atteints? «L'apparition sur terre d'une entité non humaine dont l'intelligence approcherait ou dépasserait celle de l'homme compterait parmi les événements historiques les plus importants. Bien que les êtres humains ne puissent en aucune façon en imaginer toutes les conséquences, les effets sur la technologie, la science, l'économie, le climat politique — en fait sur l'ensemble du développement intellectuel et sociologique de l'humanité — seraient sans aucun doute très importants.»[28]

L'ordinateur de la cinquième génération

Malgré l'évolution incroyable du matériel et du logiciel, les principes de base des ordinateurs n'ont pas changé depuis les années 40. La conception des ordinateurs se fonde sur les travaux de John von Neumann, un pionnier de l'informatique et un génie des mathématiques. Les ordinateurs actuels fonctionnent de façon sérielle ou séquentielle. La puissance de ces machines s'est accrue au fil des ans, et cela de bien des manières, notamment par l'augmentation de leur activité séquentielle. Les superordinateurs d'aujourd'hui, basés sur le modèle von Neumann, peuvent accepter 250 millions d'instructions par seconde, soit une puissance environ 10 fois supérieure à celle des machines les plus rapides sur le marché.

La philosophie qui a présidé à la conception de la machine von Neumann reposait sur le principe selon lequel il faut monter, à partir d'un minimum de matériel, des systèmes aussi simples que possible et capables d'un traitement efficace à partir de programmes complexes (à l'époque de von Neumann, le matériel était coûteux, volumineux, fragile et consommait beaucoup d'énergie). Ainsi, les machines à programme enregistré, à contrôle séquentiel et fonctionnant à grande vitesse sont devenues la norme en informatique.

On conçoit à présent une nouvelle génération d'ordinateurs qui tient compte de la baisse substantielle du prix du matériel et des nouvelles utilisations des machines créées grâce aux applications de l'IA.

En 1981, un consortium japonais a annoncé son intention de concevoir et de construire un ordinateur fondamentalement différent du modèle von Neumann. Il utilisera le parallélisme (comme le cerveau humain, d'après certains neurologues). Ce nouvel ordinateur sera construit spécifiquement pour traiter toutes les applications de l'IA. Au lieu d'exploiter une base de données, cette machine sera conçue pour mémoriser, traiter et manipuler des connaissances. En fait, la vitesse de l'ordinateur de la cinquième génération (OCG) se mesurera en instructions de connaissances par seconde (ICPS).[29]

Le projet OCG a été annoncé au monde lors d'une conférence internationale tenue à Tokyo en octobre 1981. Les plans de l'OCG — qui s'échelonnent sur 10 ans — sont si ambitieux que la plupart des experts en informatique ont été surpris. Nombre d'observateurs internationaux (invités par le gouvernement du Japon) sont demeurés silencieux ou ont déclaré que l'OCG était irréalisable. Certains ont cependant indiqué que si seulement 50 pour cent des objectifs étaient atteints, le monde de l'informatique en serait transformé à jamais.

Le 29 janvier 1982, l'attaché scientifique du Canada à Tokyo a envoyé à divers ministères fédéraux un câble non confidentiel décrivant

le projet OCG. Il est intéressant de noter l'emploi de certaines expressions qui tranchent avec le ton habituellement sec des dépêches diplomatiques.

> ORDINATEURS PROCHAINE GÉNÉRATION OU ORDINATEURS DE CINQUIÈME GÉNÉRATION (OCG) ONT CARACTÉRISTIQUES APPROCHANT CAPACITÉS HUMAINES CAPABLES TRAITEMENT NON SÉQUENTIEL OU EN PARALLÈLE . . . OCG EST ORDINATEUR TYPE SCIENCE-FICTION QUI DEMANDERA INFO. SUPPLÉMENTAIRE SI INFO FOURNIE EST INSUFFISANTE OU EN PARTIE INCORRECTE . . . 300 PERSONNES TOUS PAYS (ONT ÉTÉ INVITÉES), Y COMPRIS GROSSE DÉLÉGATION IBM TOUTE ÉVIDENCE IMPRESSIONNÉE PAR PROJETS JAPONAIS MALGRÉ SCEPTICISME INITIAL . . . GOUV. ACCORDE HAUTE IMPORTANCE À OCG DONT BUT PRINCIPAL EST PLUS LARGE QU'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET METTRE AU POINT ORDINATEURS QUI N'ONT PAS BESOIN PROGRAMME PRÉCIS POUR UTILISER TOUT LEUR POTENTIEL. ILS ACCEPTERONT COMMANDES VERBALES IMPARFAITES, PARTIELLEMENT CORRECTES, ET DEVRAIENT POUVOIR RÉALISER DES INFÉRENCES ET RAISONNER.

Pour donner au lecteur un aperçu de l'envergure de ce projet ambitieux, voici quelques-uns des éléments clés de l'OCG : les systèmes d'applications de base, les systèmes logiciels de base, la nouvelle architecture d'ordinateurs et l'architecture des réseaux informatiques, qui sont décrits ci-dessous.[30]

Systèmes d'applications de base
Ils comprennent un système de traduction automatique, un système de réponse aux questions, un système appliqué de synthèse et de reconnaissance de la parole, un système appliqué de traitement des graphiques et des images, et un système appliqué de résolution de problèmes.

Système de traduction automatique : Ce projet porte sur la traduction automatique du japonais vers l'anglais (et, par la suite, vers d'autres langues), et vice-versa, de documents très variés, cela grâce à un vocabulaire de 100 000 mots. La traduction devra être dépourvue d'erreurs à 90 pour cent, les 10 pour cent restants étant la responsabilité d'un traducteur humain, et l'opération globale devrait coûter moins de 30 pour cent d'une traduction faite de manière traditionnelle.

Système de réponse aux questions : Il s'agit d'un système capable de répondre à des questions dans divers domaines spécialisés, comme le ferait un expert. Chaque domaine aura sa propre base de connaissances. Le système en question devra être assez puissant pour utiliser environ 5 000 mots et 10 000 règles d'inférence. Il comprendra les

principes élémentaires de la conversation, ce qui lui permettra de demander à l'utilisateur de fournir au besoin des renseignements additionnels. Il servira dans des domaines spécialisés comme la conception assistée par ordinateur et les systèmes d'aide à la décision et, plus tard, constituera une forme raffinée des systèmes experts actuellement utilisés en médecine, en chimie et dans d'autres domaines techniques.

Système appliqué de synthèse et de reconnaissance de la parole: Ce projet a trois buts : premièrement, la création d'une machine à écrire phonétique pouvant traiter 10 000 mots et analyser leur sens assez bien pour faire des corrections simples et formuler des phrases compréhensibles. Deuxièmement, la mise au point d'un système de réponse à la parole maîtrisant autant de mots mais servant à la conversation naturelle. Troisièmement, la création d'un système d'identification vocale capable de reconnaître plusieurs centaines de personnes à partir d'échantillons de leur voix.

Système appliqué de traitement des graphiques et des images: Ce système devra concevoir une base de données pouvant stocker 100 000 images; le temps requis pour mémoriser une image et sa description abstraite ne devra être que de quelques secondes; le temps d'extraction devra être de l'ordre de 0,1 seconde. Les images dont on parle ici comprennent les graphiques, les dessins techniques, les perspectives architecturales, les radiographies médicales et les photos prises par des satellites météorologiques; le but n'est pas uniquement de les mémoriser, mais de pouvoir un jour traiter l'information qu'elles contiennent.

Système appliqué de résolution de problèmes: Deux objectifs sont ici poursuivis : la production d'un système capable de résoudre des problèmes mathématiques et d'un autre capable de jouer à des jeux comme les échecs ou le jeu oriental du «go» à des niveaux très avancés.

Systèmes logiciels de base

Ce projet vise à réaliser trois systèmes : un système de gestion de bases de connaissances, un système de résolution de problèmes et d'inférence, et un système intelligent d'interface.

Système de gestion de bases de connaissances: Les objectifs sont les suivants :

- construire une base de connaissances centralisée ou décentralisée contenant de l'information sur différents domaines d'expertise, laquelle comprendrait des mécanismes d'apprentissage fondés sur

l'inférence inductive et serait liée à un système d'inférence logique;

- construire un système capable de stocker et d'extraire des connaissances consistant en 20 000 règles et en 100 millions de données élementaires, chacune comprenant en moyenne 1 000 mots.

Système de résolution des problèmes et d'inférence : On vise ici à produire une machine à inférence procédant par syllogismes ou par raisonnements de type si/alors. Aujourd'hui, la capacité des ordinateurs s'évalue en millions d'opérations arithmétiques par seconde. Le projet OCG consiste à fabriquer des machines qui effectueront des millions d'inférences par seconde.

Système intelligent d'interface : Ce système vise à assurer la communication homme-machine, c'est-à-dire à faciliter l'échange d'information entre l'homme et la machine, qui est actuellement rendu difficile par les différences entre le langage naturel et le langage machine ou entre les données visuelles ou verbales et l'introduction au clavier nécessitée par les machines actuelles. Le système de communication en langage naturel et de synthèse de la parole devrait pouvoir :

- utiliser un vocabulaire comprenant des termes courants et techniques pertinents à l'ordinateur et au traitement de l'informatique, ainsi qu'à au moins une autre branche du savoir scientifique ou technologique;
- communiquer avec des interlocuteurs non spécifiés;
- parler en japonais et en anglais;
- converser en temps presque réel, c'est-à-dire à une cadence presque aussi rapide que celle d'une conversation normale.

Le système de traitement des graphiques et des images devrait :

- permettre une interaction sans heurts mécaniques avec les données visuelles;
- traiter des images au moins aussi compliquées que des dessins mécaniques de moyenne ou petite échelle et des photographies médicales;
- traiter les images assez rapidement pour assurer un interface homme-machine harmonieux.

Nouvelle architecture d'ordinateurs

En fait de matériel, l'OCG nécessitera la production d'une machine environ 10 000 fois plus puissante que celles qu'on trouve actuellement sur le marché. On s'attend à ce que cette amélioration résulte en grande partie du haut degré de traitement en parallèle prévu pour la nouvelle architecture d'ordinateurs.

Les OCG comprendront six nouveaux types d'ordinateurs effectuant les tâches suivantes : programmation logique, liaison des fonctions, algèbre relationnelle, traitement de données abstraites, un ordinateur von Neumann de pointe (basé sur l'utilisation des circuits VLSI, chaque puce contenant jusqu'à 10 millions de transistors) complétant les ordinateurs classiques, et une machine à flux de données qui sera l'ordinateur central de tout le système. Cette dernière machine est le système de traitement en parallèle mentionné plus haut.

Architecture des réseaux informatiques
Il s'agit ici de mettre au point des méthodes pour combiner la technologie informatique et celle des communications en vue de constituer des réseaux de systèmes informatiques à couplage lâche. On cherche à standardiser l'architecture des réseaux : conception d'un protocole unifié applicable à une gamme de machines, de terminaux, de réseaux publics et privés et de types de données; élaboration d'un système d'exploitation pour fonctions réparties; mise au point de techniques de codage, de production et de vérification des protocoles; mise au point de techniques de traitement multimédia pour les données, la voix, les images, etc.; mise au point de techniques pour interface de transmission à haute vitesse, pour la communication et le contrôle, et pour le chiffrement; mise au point de technologies de liaison pour les systèmes de communication par fibres optiques et par satellite.

La liste des thèmes de recherche du projet OCG est longue. Elle comprend notamment des mémoires et des périphériques nouveaux ou améliorés. L'OCG sera capable d'inférer. Au lieu de manipuler des données et des mots, il traitera des connaissances — il rédigera ses propres programmes, décidera lui-même de la marche à suivre pour résoudre un problème donné, effectuera automatiquement des recherches documentaires, induira lui-même des règles à partir de séries de faits, et sera alors capable de trouver des solutions originales à certains problèmes.

Mais, avant tout, l'OCG sera la machine facile à utiliser par excellence. Il sera caractérisé par une grande souplesse : il acceptera des problèmes flous (en langue parlée ou au moyen de croquis à main levée) et présentera des solutions sous une forme facilement compréhensible.

Si le projet OCG aboutit, il changera la façon dont les gens utilisent l'ordinateur. En premier lieu, les non-initiés auront désormais accès à l'informatique. Ensuite, il hâtera l'avènement du «village planétaire» en rendant possible une traduction automatique acceptable et bon marché en diverses langues. La technologie OCG fournira aussi des bases de données très vastes et d'accès facile. Elle mènera à la création

de systèmes entièrement automatisés dans les secteurs secondaire et tertiaire.

Enfin, l'OCG permettra le développement des systèmes experts. Earl C. Joseph, de Sperry Univac, croit que l'application des techniques OCG aux systèmes experts aura comme effet «d'amplifier» les connaissances humaines. Les gens auront accès à des «livres sur puces», à des «professeurs sur puces» et à des «médecins sur puces». Grâce à l'OCG, les gens pourront accéder directement à leurs systèmes experts personnels.[31]

On s'attend à ce qu'un OCG puisse penser, juger et percevoir son environnement de façon semblable à celle de l'homme.

- Il pourra voir et déterminer la taille et la forme des objets et différencier les couleurs. Il pourra aussi comprendre les demandes verbales et répondre en langage naturel.
- Il pourra proposer des méthodes pour résoudre des problèmes dans des domaines spécialisés. Ainsi, sur réception de l'histoire médicale d'un malade, il pourrait consulter sa banque d'information médicale et conseiller le médecin sur les précautions à prendre et les traitements à envisager pour le cas en question.
- Lorsqu'un usager aura défini un objectif final et une méthode de travail, l'ordinateur pourra s'autoprogrammer pour atteindre cet objectif.
- Il pourra déceler et résoudre lui-même ses problèmes internes.

Il est difficile de trouver les mots appropriés pour décrire l'audace et l'esprit d'aventure qui inspirent le projet OCG. Le lecteur intéressé est encouragé à prendre connaissance du premier procès-verbal dans lequel sont expliqués les principes et les stratégies de l'OCG.[32]

Selon un expert, observateur à la conférence sur l'OCG,

> Pour les gens qui croient en l'imprévisibilité du progrès et des révolutions scientifiques, l'idée d'un projet à la fois révolutionnaire et planifié équivaut à une contradiction en soi. Mais l'idéologie doit parfois céder le pas à la réalité : le projet des Japonais est à la fois bien planifié et révolutionnaire. Les responsables de l'OCG n'ont pas inventé les concepts liés à la programmation logique, mais leur projet est sans aucun doute le premier — et peut-être le seul aujourd'hui — qui ait saisi l'immense potentiel de cette approche et réuni la masse critique de ressources nécessaires à son utilisation sur une grande échelle . . . Le succès de ce projet ne dépend ni de l'ampleur de son budget, ni de l'importance de ses effectifs, ni même de l'excellence individuelle du personnel recruté, mais plutôt de la clairvoyance de ses responsables, de l'enthousiasme authentique que ces derniers sauront susciter et des promesses de l'axe de recherche qu'ils ont choisi.[33]

Un autre observateur compare le projet OCG à l'annonce de l'intention du président Kennedy d'envoyer un homme sur la lune avant la fin des années 60. Cet objectif clairement défini a mené à la création

de systèmes gigantesques et de nouvelles technologies, et a finalement été couronné de succès. Cet observateur, un expert américain, a conclu son rapport sur l'OCG par un avertissement destiné aux décisionnaires américains :

> Notre position actuelle à l'égard du Japon et de sa technologie informatique ressemble beaucoup à l'attitude qui était la nôtre face à la science soviétique avant le lancement du Spoutnik. Nous entendons parler de projets, de l'affectation de crédits à la recherche et de l'accroissement du personnel qualifié dans un pays que nous considérons comme nous étant technologiquement inférieur. On en fait peu de cas, jusqu'au jour où le monde voit un point lumineux traverser le firmament étoilé et disparaître à l'horizon. Tout à coup, c'est la fureur dans tout le pays : on se scandalise de n'avoir pas été mis en garde, on remet en question le système d'enseignement, on organise la traduction des périodiques techniques russes, enfin on engage des sommes faramineuses pour un projet de rattrapage en vue de la conquête de la lune dans 10 ans. À cette époque, il ne suffisait pas d'effectuer un rattrapage technologique; il nous fallait aussi rétablir, aux yeux d'un monde sceptique, notre crédibilité en tant que chef de file. Ainsi, parce que nous avons hésité à écouter des avertissements venant de sources multiples, nous avons dû dépenser des dizaines de milliards de dollars pour obtenir ce qui aurait pu nous coûter une fraction de cette somme si nous avions agi plus tôt.
>
> Concevoir, financer, doter en personnel et mettre en branle un projet prend du temps. Si tout cela pouvait être réalisé du jour au lendemain, comme par magie, nous aurions néanmoins presque deux ans de retard sur les Japonais.[34]

Un ordinateur de la sixième génération

La création d'ordinateurs intelligents pourrait emprunter d'autres voies. Un groupe multidisciplinaire formé de biologistes, de chimistes, de physiciens, de spécialistes des matériaux, d'ingénieurs en électricité et d'informaticiens prépare actuellement le terrain pour le développement d'un nouveau champ de spécialisation appellé électronique moléculaire. Leur objectif est de substituer aux transistors et autres dispositifs d'électronique des semi-conducteurs des groupes fonctionnels moléculaires, organiques ou inorganiques, articulés de façon à afficher le comportement électrique approprié lorsque connectés en réseaux. Le but ultime est de produire un ordinateur moléculaire. Ainsi, de minuscules ordinateurs pourraient être implantés dans le corps humain. Par exemple, on pourrait de cette façon redonner la vue aux aveugles.

Les chercheurs veulent monter sur des lunettes une caméra de télévision miniaturisée qui servirait «d'yeux» à une personne aveugle. En soi, cette idée n'est pas neuve, mais la façon de la réaliser est ingénieuse. Une minuscule «puce» moléculaire convertirait les signaux

d'une caméra numérique en pulsations électriques et les acheminerait au cerveau grâce à un système d'électrodes miniatures qui y seraient implantées. Ces électrodes seraient enduites d'une protéine reliée à des cellules nerveuses obtenues par culture, ces dernières se prolongeant dans le cerveau et réalisant la connexion finale avec les neurones du cortex visuel. Ce concept a un prolongement radical : la réalisation d'un hybride homme-ordinateur, dans lequel la puissance de calcul d'un ordinateur implanté dans un être humain décuplerait ses capacités intellectuelles.

Bien entendu, il reste à trouver comment construire cet ordinateur moléculaire. Certains se tournent vers le génie génétique ou le génie protéique. On pourrait créer des protéines artificielles en modifiant les gènes qui contrôlent la structure et la fonction des protéines naturelles. À terme, il serait peut-être possible d'élucider la structure génique convenant aux protéines qui se comportent comme des enzymes pour catalyser la production de molécules capables de remplir les fonctions électroniques d'un ordinateur. Cette machine s'assemblerait elle-même et pourrait même se reproduire.[35]

Il est clair que le dernier chapitre sur l'IA, les ordinateurs de pointe et la transition vers la société d'information n'est pas encore écrit. Il ne fait aucun doute que le présent chapitre, et en fait toute cette étude, sera périmé avant la fin de la décennie.

Conclusion

Les économies des nations industrialisées de l'Occident semblent prospères; pourtant, un grand nombre d'entre elles sont frappées par le chômage. Dans bien des secteurs, l'activité économique est débordante, mais on ne cesse de prédire une débandade de l'économie. Les journaux rapportent aussi bien, sur la même page, l'annonce de la fermeture d'une usine que la création d'une nouvelle industrie ou d'une nouvelle firme. Les sondages d'opinion et les lettres aux éditeurs de journaux et de revues traduisent autant l'incertitude que l'enthousiasme de la population quant à l'avenir de la société industrielle. D'aucuns disent que nous traversons une période de désindustrialisation et qu'il nous faudra envisager le traumatisme d'un ajustement économique interne et externe. Selon d'autres, nous éprouvons déjà les douleurs de l'enfantement qui accompagnent l'émergence de l'économie d'information.

L'acquisition, le stockage, la représentation, la manipulation et la diffusion de l'information ont toujours fait partie de l'activité humaine. L'information constitue l'essence de la pensée, de l'éducation, de la communication et du langage. Le fait que ces opérations sont de plus en plus effectuées par des machines, grâce à l'existence de réseaux basés sur les ordinateurs et la micro-électronique, constitue la nouvelle et puissante influence à laquelle les êtres humains doivent s'adapter. Il semble que la société occidentale veuille se construire, au moyen d'un tissu compliqué d'impulsions électriques, une extrastructure nerveuse qui reflète et amplifie les connaissances et les besoins humains.

Pendant la transition vers une économie d'information, le changement devient la nouvelle constante. Le rythme actuel du changement est sans précédent et le changement lui-même est à la source de la tension nerveuse par laquelle se manifeste le grand malaise des années 80. Une publication récente du Conseil des sciences soulevait justement ce point :

> La société assimile malaisément les modifications qui lui sont apportées. Dans le passé, la succession des générations facilitait cette adaptation, mais nous ne disposons pas actuellement de délais aussi longs. C'est que le changement est devenu par lui-même une quasi-nécessité. Le concepteur de la bombe nucléaire, J. Robert Oppenheimer, a déclaré à ce sujet : «Le fait nouveau, c'est la prédominance de la nouveauté elle-même, l'envergure grandissante et la portée du changement, lequel transforme le Monde à mesure que nous l'explorons; ainsi, au cours de son existence, l'adulte observera bien plus qu'un développement ou une réorganisation de ce qu'il a appris dans son enfance : ce sera un chambardement de ses connaissances.»[1]

La combinaison de ces deux facteurs — prédominance du changement et prépondérance des activités d'information dans l'économie —

donne aux nouvelles technologies de l'information la force cumulative d'une technologie transformatrice. La nature de leur impact sur l'économie, la société et la politique est difficile à prédire, bien qu'on puisse affirmer qu'à peu près tous les domaines seront touchés. Les chapitres précédents ont décrit dans ses grandes lignes la société d'information. Cet examen a fait ressortir les grands points suivants :

- L'avènement de la micro-électronique mène rapidement et fatalement à une transformation majeure et fondamentale de la société occidentale. Il modifiera non seulement la nature et l'organisation de l'infrastructure économique, mais aussi la qualité de la vie, les organisations sociales et les relations entre les personnes, les établissements privés et les gouvernements.
- La société d'information testera et remettra en question les valeurs et les normes traditionnelles en matière de travail, surtout celui dont l'objectif est de satisfaire à des besoins matériels et financiers; la société d'information impliquera une restructuration des notions du travail et des relations entre travailleurs spécialisés et non spécialisés.
- L'avènement de la société d'information entraînera de profonds changements au niveau des genres et de la gamme des biens et services produits, commercialisés et consommés, et de leurs coûts comparativement aux biens et services traditionnels; l'industrie fera donc face à de nouvelles exigences, et il faudra procéder à une réorientation majeure des travailleurs, des usines et des techniques de production.
- La transition vers la société d'information accroîtra l'efficacité de la gestion de l'information nécessaire au commerce, à l'industrie, au consommateur et aux gouvernements, mais elle fera aussi peser des menaces très sérieuses sur la vie privée des individus et l'autonomie des sociétés, qu'il faudra protéger par des lois, des règlements et des techniques de plus en plus raffinées; les technologies de l'information soulèvent aussi la question fondamentale d'un changement possible du concept traditionnel de la vie privée.
- Comme on a remplacé, à l'époque de la révolution industrielle, la force humaine et animale par les machines, il se peut que les technologies de l'information se substituent au cerveau humain et puissent accomplir un grand nombre des activités qui lui étaient jusqu'ici propres. Ainsi, les développements récents dans le domaine de l'intelligence artificielle témoignent de changements continus et profonds en ce qui concerne la relation de l'homme avec la machine et la technologie, montrent la possibilité d'une redéfinition continuelle de la nature et de la signification du travail, et soulèvent des questions fondamentales, théoriques et pratiques,

quant à la nature de l'intelligence et de la conscience, et à la place de l'homme dans l'univers.

La connaissance qui provient de la structuration des données brutes, et qui constitue une ressource de base et un agent de changement, est la clé qui permettra de comprendre les implications sociales de la révolution micro-électronique. L'information façonne toutes les autres ressources et influence toutes les activités humaines. Les économistes savent déjà que l'une des caractéristiques les plus intéressantes de l'information est que son utilisation à grande échelle ou son partage ne semble ni la diminuer ni l'amoindrir; bien au contraire, elle gagne à être distribuée et échangée. Si d'une part l'on sait que les ressources comme les matières premières et l'énergie sont rares et peuvent s'épuiser, on constate d'autre part que l'information et les connaissances sont inépuisables.

De ce fait, il est possible que des changements sociaux s'effectuent sur une vaste échelle. Comme l'ont fait remarquer John et Magda McHale :

> Ainsi, la prédominance de l'information dans l'exploitation des matières premières et l'utilisation des technologies a-t-elle modifié bien des aspects de la situation sociale antérieure : alors que les gains réalisés par l'un entraînaient des pertes pour l'autre, les ressources n'étant pas distribuées également, la survie humaine est devenue une question de partage des avantages, un jeu où tous gagnent.[2]

Certaines notions comme l'interdépendance et la prise de conscience à l'échelle du globe, la synergie, et d'autres encore, me viennent à l'esprit. Si le lecteur suit mon raisonnement, il en tirera certaines conclusions aussi logiques que dramatiques. Ce qui me préoccupe, ce sont les questions suivantes :

- Si l'activité économique vise à répartir des ressources peu abondantes entre différents utilisateurs, quels seront la théorie de l'économique et le rôle des économistes lorsque la rareté matérielle ne sera plus une contrainte?
- Le potentiel de l'abondance constitue depuis longtemps un thème de l'économie politique. Comment les sociétés s'adapteront-elles à un changement de cette envergure? S'il s'avérait que la société d'information marque la fin de la rareté matérielle, il faudra de toute urgence formuler des théories et mettre au point des stratégies nouvelles de progrès et d'adaptation culturels.[3]
- Qu'adviendra-t-il des préoccupations anciennes et culturellement importantes concernant la personne, l'identité et la vie privée? Si la révolution de l'information est aussi puissante et transformatrice qu'on le dit actuellement, il pourrait peut-être se produire une adaptation et un changement du comportement individuel et

social d'une envergure telle que la culture occidentale elle-même en serait modifiée.

- Les données, l'information, la connaissance et la sagesse font partie d'un tout. Les gens seront-ils assez sages pour s'adapter au changement de manière constructive et créative? Si les sociétés peuvent survivre et prospérer, qu'adviendra-t-il alors des institutions humaines qui reflètent la permanence et la continuité du passé?

Le grand malaise des années 80 est la marque d'une époque de transition et d'incertitude. Si les gens pouvaient comprendre la nature du changement, le malaise serait moins grand, mais ils ne peuvent ni mesurer le rythme du changement, ni voir s'ils y gagnent ou y perdent, s'ils s'en trouvent plus riches ou plus pauvres. Les pays industrialisés de l'Occident connaissent des changements qui métamorphosent la société. Par ailleurs, ils n'ont pas encore élaboré une théorie pour expliquer le changement ou créé des instruments pour en mesurer l'ampleur ou le potentiel. Comme l'information devient de plus en plus un pilier de notre économie, il serait peut-être bon qu'on définisse une «théorie valable de l'information». Mais est-il possible de concevoir et de mettre en pratique une telle théorie? Cela n'est pas facile, car les seuls instruments dont on dispose pour évaluer les changements économiques et sociaux qui se sont produits dans la société occidentale ont été mis au point pendant l'ère industrielle et pour répondre aux besoins particuliers de cette époque.

Le sens des termes productivité, croissance, innovation, valeur et richesse n'est connu et ne peut être compris que dans un contexte industriel. Dans le nouveau contexte d'une économie d'information, il faudra trouver de nouveaux termes et écarter ceux dont la définition n'est plus pertinente. Les débuts de la révolution industrielle ont eux aussi été marqués par la confusion et les perturbations. Ce n'est que plus tard, beaucoup plus tard, qu'on a pu élaborer des théories afin d'expliquer la nature du changement. Puis apparurent les idées et instruments de mesure nécessaires à la planification, à l'évaluation, à la compréhension et à l'adaptation. J'ai bon espoir que de nouveaux paramètres et de nouvelles théories seront élaborés afin d'aider les gens à comprendre la nature et la portée des transformations économiques et sociales dont ils sont témoins.

Mais il faut se mettre à l'oeuvre sans tarder. Les théories économiques, sociales et philosophiques sur lesquelles reposent les décisions des hommes publics et des individus ne sont plus adaptées au rythme et à l'ampleur des changements qui surviennent. Tant que nous persisterons à regarder le monde avec les yeux d'une autre époque, nous ne pourrons comprendre les développements qui mènent inexorablement à la société d'information ni prendre conscience de toutes les potentia-

lités économiques et sociales de cette technologie révolutionnaire, et nous risquerons de commettre des erreurs très graves, la réalité et les théories employées pour l'interpréter divergeant de plus en plus.

Nous avons essayé dans cette étude de mettre en évidence certains des problèmes et avantages que comporte la mise en oeuvre rapide d'une technologie transformatrice. Nous espérons que les idées et exemples fournis dans ce document seront utiles aux Canadiens qui s'efforcent de définir des stratégies individuelles, d'entreprises et sociales afin de favoriser la transition vers la société d'information. Cependant, l'évolution se poursuit. Ces pages renferment une foule d'informations, mais il y aurait encore beaucoup à dire si ce n'était des limites découlant du manque d'espace et d'imagination de l'auteur. Les lecteurs sont invités à compléter et, laissant libre cours à leur imagination et à leur créativité, à explorer eux-mêmes certaines voies propres à assurer le développement futur du Canada.

Notes

Préface

1. Fritz Machlup, *The Production and Distribution of Knowledge in the United States* (Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1962); Marc Uri Porat, «The Information Economy», thèse de doctorat non publiée, université Stanford, 1977. L'avènement de la société informatisée a fait l'objet d'un ouvrage, de Daniel Bell, *The Coming of Post-Industrial Society* (New York, Basic Books, 1973) et, dans une certaine mesure, d'une publication du ministère américain du Commerce, Bureau des télécommunications, *The Information Economy* (Washington, D.C., 1977), publication spéciale 77-12.

1. L'infrastructure de l'information

1. James Martin, *The Wired Society* (Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1978), 36.
2. T.I. Bajenesco, «Qube, A New Computer TV Terminal,» *Revue Polytechnique* [Suisse] 9 (septembre 1983), 1055.

2. Produits et procédés

1. George Wedell, «Employment Issues in Europe in 1980s», *R&D Management* 10 (1980), 141-143.
2. Ibid.
3. Voir États-Unis, ministère du Travail, *Technology and Labour in Four Industries*, bulletin 2104 (Washington, D.C., 1982).
4. Voir John Evans, *The Impact of Microelectronics on Employment in Western Europe in the 1980s* (Bruxelles, European Trade Union Institute, 1980), 186.
5. Une grande partie de cette section s'inspire de l'analyse détaillée présentée dans un document de Richard Stursberg, *Automation and Employment: A Review of the Debate on the Implications of Information Technology* (Ottawa, document inédit, mars 1981).
6. Voir un excellent article de Thomas G. Gunn à ce sujet, «The Mechanization of Design and Manufacturing», *Scientific American* 247 (septembre 1981), 114-130.
7. Voir Gene Bylinsky, «A New Industrial Revolution Is On the Way» *Fortune*, 5 octobre 1981, 106-114.
8. Ibid., 106.
9. Gene Bylinsky, «The Race to the Automatic Factory», *Fortune*, 21 février 1983, 58.
10. Gunn, op. cit., 121.
11. «Technology Rules in Japan's Factories», *New Scientist* 88 (1980), 283.
12. Voir Bylinsky, «The Race to the Automatic Factory», 52-64.
13. Voir «Machine Vision : Knowing What To Look For», *The Economist*, 25 juin 1983, 92-93.
14. Harvey L. Poppel, «Who Needs the Office of the Future», *Harvard Business Review* 60 (1982), 146-155. À noter le sous-titre de l'article, «Almost everyone could benefit from the new technology according to this study of white collar productivity».

15. Voir Raymond R. Panko, «Office Automation Needs : Studying Managerial Work», *Telecommunications Policy* 5 (décembre 1981), 265-272; Congrès du travail du Canada, *An Introduction to Technological Change* (Ottawa, CLC Labour Education and Studies Centre, 1983), 15.
16. Elizabeth Ferrarini et Gail Farrell, «Telecommuting : High Tech's New Cottage Industry», *Computerworld*, 17 mars 1982, 63-65.
17. Joanne H. Pratt, «Home Teleworking : A Study of Its Pioneers», *Technological Forecasting and Social Change*, février 1984, 1-14.
18. Voir Sharon Coates, *The Office of the Future* (Ottawa, ministère des Communications, 1981).

3. Les emplois, le travail et le revenu

1. Voir aussi A.J. Jaffe et Joseph Froomkin, *Technology and Jobs : Automation in Perspective* (New York, Praeger, 1968).
2. L'honorable Gerald A. Regan, discours prononcé lors de la Conférence sur la micro-électronique et l'emploi, Ottawa, 31 mars 1981 (Ottawa, Travail Canada, 1981).
3. Voir Boris Mather, *A Labour Response to New Communications Strategies* (Ottawa, Fédération canadienne des communications, 1981).
4. Wassily Leontief, «New Technology and Employment Opportunities», document présenté lors de la Conférence sur la micro-électronique et l'emploi de Travail Canada, Ottawa, mars 1981 (New York, université de New York, Institute for Economic Analysis).
5. Voir Heather Menzies, *Women and the Chip* (Ottawa, Institut de recherches politiques, 1981), 5-7.
6. Voir gouvernement de l'Ontario, Groupe de travail sur la micro-électronique, *Microelectronics and Employment in Public Administration : Three Ontario Municipalities, 1970-1980*, rapport préparé pour la Direction de la recherche, ministère du Travail de l'Ontario, (Montréal, Institut de recherches politiques, juillet 1981).
7. John Evans, *The Impact of Microelectronics on Employment in Western Europe in the 1980s* (Bruxelles, European Trade Union Institute, 1980), 143-149.
8. «German Workforce : Ten Years On», *Nature* 186 (1980), 835.
9. Voir Harry Anderson, «Where the Jobs Are — And Aren't», *Newsweek*, 23 novembre 1981, 88-90.
10. «Missing Computer Software : A Bottleneck Slows New Applications, Spawns A Booming New Industry», *Business Week*, 1er septembre 1980, 46-56.
11. États-Unis, Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, *Technology and Labour in Five Industries*, bulletin 2033 (Washington, D.C., 1979), 28-39.
12. Voir *L'impact de la révolution micro-électronique sur le travail et les travailleurs*, procès-verbal d'un atelier parrainé par le Comité de la télématique du Conseil des sciences du Canada (Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1980).
13. Voir «The Speed-Up in Automation : Changing 45 Million Jobs», *Business Week*, 3 août 1981, 58-63.
14. Voir Bruce Gilchrist et Arlaana Shenkin, «Disappearing Jobs : The Impact of Computers on Employment» *The Futurist*, février 1981, 44-49.
15. «Facing Up to Permanent Unemployment», *Business Week*, 31 janvier 1983, 39-40.

16. Todd May Jr. et al., «Where The Jobs Aren't : The Recession Will Go On and On For Blue Collar Workers», *Fortune*, 7 février 1983, 25-26.
17. «Unemployment : Creating a World of Leisure», *Toronto Star*, 31 octobre 1981, F4.
18. John Maynard Keynes, «Economic Possibilities for Our Grandchildren», dans *Essays in Persuasion* (Londres, W.W. Norton and Company, 1963), 358.
19. Ibid., 364.
20. Ibid.
21. Ibid., 365 (insistance dans l'original)
22. Ibid., 366
23. Ibid., 369
24. Ibid.
25. Ibid., 371, 372.
26. Ibid.
27. Wassily W. Leontief, The Distribution of Work and Income, *Scientific American* 247 (septembre 1982), 188.
28. Voir par exemple *The Future of Work*, (Ottawa, Institut Vanier, 1981).
29. Clive Jenkins et Barrie Sherman, *The Leisure Shock* (Londres, Eyre Methuen Ltd., 1981). Voir aussi Barry Jones, *Sleepers, Wake! Technology and the Future of Work* (Melbourne, Oxford University Press, 1982).
30. Robert Arnold Russell, «The New Mandate», discours prononcé devant la branche torontoise de l'Association des gestionnaires de Radio-Canada, Toronto, 25 janvier 1982.
31. Funai Yukio, «The Coming Distribution Revolution», *Japan Echo* 9, n° 3 (1982), 61-69.

4. Nouvelles industries, nouveaux emplois, nouvelles méthodes

1. Benjamin M. Compaine, «The New Literacy», *Daedalus* (hiver 1983), 129-142.
2. John Kettle, «The Varieties of Information», *Executive*, octobre 1981, 12.
3. Voir John McHale et Magda Cordell McHale, «Adaptable Technologies», *Technological Forecasting and Social Change* 13 (1979), 97-105.
4. Compaine, op. cit., 132.
5. Funai Yukio, «The Coming Distribution Revolution», *Japan Echo* 9, n° 3 (1982), 68.
6. Kennedy Fraser, «On and Off the Avenue : Feminine Fashions», *New Yorker*, 11 mai 1981, 126-135.
7. Ibid., 131-132.
8. Ibid., 134.
9. Voir Richard Greene, «A Boutique In Your Living Room», *Forbes*, 7 mai 1984, 86-94.
10. Voir Compaine, op. cit., 136.
11. Gina Kolata, «FAA Plans to Automate Air Traffic Control», *Science 213*, (1981), 845-846.
12. Voir H.A. Maurk et I. Sebestyen, «*Unorthodox*» *Videotex Applications: Teleplaying, Telegambling, Telesoftware and Telecomputing*» (Laxenburg, Autriche, Institut international pour l'analyse des systèmes de haut niveau, 1981).
13. Edward Warner, «Upcoming Electronic Novels To Let Readers Twist The Plot», *Computerworld*, 26 mars 1984, 29.

14. Voir «The Communication Revolution is Not Coming: It Is Here», ***Canadian Business Management Developments*** 1 (décembre 1980), 161.
15. Voir «Switching On the Electronic Library», ***The Economist***, 10 octobre 1981, 103-104.
16. «Missing Computer Software», ***Business Week***, 1er septembre 1980, 46-56.
17. A.J. de Grandpré, président, société Northern Telecom Limitée, à l'occasion du 8e dîner annuel d'affaires, université Saint Mary's, Halifax, Nouvelle-Écosse, 4 février 1982.
18. Source : Département d'informatique, université de Waterloo, mars 1984.
19. «The Riches Behind Video Games», ***Business Week***, 9 novembre 1981, 98.
20. Ibid., 98-99.
21. Voir «Importing Workers By Satellite», ***The Futurist***, juin 1982, 3.
22. Voir «Lodging Chain Opens Reservations Center in Women's Corrections Facility», ***Behavior Today***, 16 novembre 1981, 5.
23. «California Users Offered Access to Swedish CPUs», ***Computerworld***, 26 septembre 1983, 10.
24. ***Business Week***, 14 décembre 1981, 3.
25. Le gros de l'analyse donnée ci-dessus, relativement à la fusion des produits et à l'érosion des frontières, est basé sur le document, excellent mais non publié, de Manley R. Irwin et Hudson N. Janisch, «Information Technology Public Policy: Regulatory Implications for Canada», Whittemore School of Business and Economics, université du New Hampshire et Faculté de droit, université de Toronto. Voir également Manley R. Irwin, «Markets without Boundaries», ***Telecommunications Policy***, mars 1984, 12-14.
26. Voir Lisa Miller Mesdag, «Western Union's New Message», ***Fortune***, 8 février 1982, 63-64.
27. Voir «Talking to Computers», ***Canadian Electronics Engineering***, novembre 1981, 44-46.
28. «Videodiscs and Computers : A Dynamic Duo», ***Business Week***, 7 février 1983, 109-111.

5. La vie privée : les préoccupations

1. Don DeLillo, ***Running Dog*** (New York, Alfred A. Knopf, 1978), 93.
2. Ontario, ministère des Transports et des Communications, Direction générale des communications, ***Societal Impacts of Microelectronics*** (Toronto, mars 1982).
3. Ibid., 39.
4. David H. Flaherty, «Protecting Privacy : Data Protection In Two-way Cable Television» (Toronto, ministère des Transports et des Communications, 1983).
5. N. Vidmar, «Privacy and Two-Way Cable Television: A Study of Canadian Public Opinion» (London, Ontario, University of Western Ontario, Département de psychologie, 1983).
6. «Harris : Computers Unnerve Americans», ***Computerworld***, 16 avril 1984, 18.
7. Arthur Miller, «Statement to Sub-Committee of U.S. Senate on Administrative Practice and Procedure» (Washington, D.C., 14 mars 1967).
8. Inger Hansen, ***Rapport du Commissaire à la protection de la vie privée sur l'utilisation du numéro d'assurance sociale*** (Ottawa, Commission canadienne des droits de la personne, 6 janvier 1981), 200-201.

9. Organisation de coopération et de développement économiques, *L'information numérique et la protection des libertés individuelles*, OCDE (Paris, 1971), 15. Ces paroles sont celles de lord Halsbury, débat à la Chambre des lords, *Hansard* (Londres, 3 décembre 1969).
10. *Car and Driver*, octobre 1981, 22.
11. «Information-Gathering Powers Raise Fears of Orwellian World», *Globe and Mail*, 31 décembre 1981, B1.
12. David Burnham, *The Rise of The Computer State* (New York, Random House, 1983), 51.
13. «Opening Up Data Files to Laymen», *Business Week*, 10 août 1981, 64.
14. Voir Charles L. Howe, «Coping with Computer Criminals», *Datamation* 28 (janvier 1982), 118.
15. «Minis Are Security Headaches, Taylor Tells Policy Seminar», *Computing Canada* 7 (juin 1981), 9.
16. Voir, à titre d'exemple, la section intitulée «Executive Guide to Computer Security», dans le *Law Enforcement Reference Manual and Police Official Diary* de 1982, I.B. Zetchner, éditeur.
17. Voir Julian Betts, «Protection of Privacy In A Computerized Society : The Case for Regulation», exposé donné lors de la Première conférence canadienne du Pugwash étudiant, Ottawa, juin 1981.
18. Burnham, op. cit., 50.
19. Ibid., 45.
20. Voir Gina Kolata, «Computer Break-Ins Fan Security Fears», *Science* 221 (1983), 930-931.
21. Betts, op. cit., 7-8.
22. Groupe d'étude sur l'ordinateur et la vie privée, *L'ordinateur et la vie privée* (Ottawa, Information Canada, 1972), 184.
23. Clare D. McGillem et William P. McLauchlan, Hermes Bound (West Lafayette, Indiana, Purdue Research Foundation, 1978), 194-195.
24. Burnham, op. cit., 73-75.
25. T.I. Bajenesco, «Qube, A New Computer TV Terminal», *Revue Polytechnique* [Suisse] 9 (septembre 1983), 1055.
26. Voir Deanna C. Nash et David A. Bollier, «Protecting Privacy In The Age of Hometech», *Technology Review*, août-septembre 1981, 67-75.

6. La vie privée : des solutions

1. Une bonne part de la première partie de la présente section s'inspire de l'analyse critique de David H. Flaherty, «The Challenge of New Information Technology to Personal Privacy : A Canadian Perspective», préparée en vue de l'atelier intitulé «The Microelectronics-Information Technology and Canadian Society», tenu à l'université Queen's, Kingston, Ontario, 5-7 mai 1982.
2. Statuts du Canada, 1976-1977, chapitre 33.
3. Gouvernement de l'Ontario, Royal Commission on Freedom of Information and Individual Privacy, *Public Government For Private People : The Report of the Commission on Freedom of Information and Individual Privacy* (Toronto, août 1980), 636.
4. Ibid., 636.
5. Flaherty, op. cit.
6. Voir Ken Rubin, *How Private is Private?* (1978) et *Prying Eyes* (1983), qu'on peut obtenir de l'auteur, au 68, 2e avenue, Ottawa, K1S 2H5.

7. Voir Flaherty, op. cit., 134.
8. Voir R. Turn et W.H. Ware, «Privacy and Security in Computer Systems», *American Scientist* 63 (1975), 196-203.
9. Voir également le Warner Amex Cable Communications Code of Privacy (1981), exemple cité par Flaherty dans son rapport intitulé *Protecting Privacy : Data Protection In Two-Way Cable Television Services* (London, Ontario, University of Western Ontario, 1983), annexe III.
10. Ken Rubin, «Some Guidance on Protecting your Privacy» (1983), qu'on peut obtenir de l'auteur (voir note 6 ci-dessus).

7. La vie privée : sa dimension psychologique

1. Publié en août 1980, on peut se le procurer au Publications Centre, Ministry of Government Services, Queen's Park, Toronto (Ontario), 495.
2. Voir W. Lambert Gardiner, *Personal Data Banks and Personal Autonomy* (Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1980). Voir aussi, du même auteur, *Personal Data Banks: Invasion of Privacy or Erosion of Autonomy* (Montréal, Gamma, Information Society Programme, documents n^{os} 1-24, février 1982).
3. Voir Allan F. Westin, *Privacy and Freedom* (New York, Atheneum, 1967), 33-42.
4. Voir Robert Ellis Smith, *Privacy: How to Protect What's Left Of It* (Garden City, N.Y., Anchor Press/Doubleday, 1979), 328.
5. Sidney M. Jourard, cité dans Smith, op. cit., 328.
6. Westin, op. cit., 33-34.
7. David L. Bazelon, «The Changing Communications Landscape: Learning from the Past», document présenté lors de la neuvième conférence annuelle sur la recherche en politique des télécommunications, Annapolis, Maryland, 29 avril 1981.
8. Voir *Behavior Today*, 10 avril 1981, 3.
9. Bazelon, op. cit.
10. Gardiner, *Personal Data Banks*, 26.
11. Ibid.
12. S. Nora et A. Minc, *The Computerization of Society: A Report to the President of France* (Cambridge, Massachusetts, et Londres, Angleterre, MIT Press, 1980). Publié à l'origine sous le titre *L'informatisation de la société* (Paris, La Documentation française, 1978).

8. L'intelligence artificielle

1. Pour un sommaire intéressant des données générales sur l'intelligence artificielle, voir Pamela McCorduck, *Machines Who Think* (San Francisco, W.H. Freeman and Company, 1979), chapitre 1.
2. La plus grande partie du présent chapitre provient des documents d'information rédigés pour le Conseil des sciences : Deborah S.L. Sweitzer et Paul André Schabracq, *Artificial Intelligence : the State of-the-Art* (février 1982); H. A. Stein, *A Study of Artificial Intelligence* (avril 1982); R. Curnow, *Artificial Intelligence Today*, janvier 1982. On s'est aussi inspiré de *L'Atelier sur l'intelligence artificielle, compte rendu* (Ottawa, Conseil des sciences du Canada, 1983).
3. McCorduck, op. cit., 93.

4. Voir Dennis Rouvray et Gordon Wilkinson, «Machines Break The Language Barrier», *New Scientist 101* (1984), 19-21.
5. Sweitzer et Schabracq, op. cit., 10.
6. Ibid., 38.
7. Ibid.
8. Ibid.
9. E.A. Feigenbaum, «Knowledge Engineering for the 1980s», (Stanford, Californie, Computer Science Department, université Stanford, 1982), 1.
10. McCorduck, op. cit., 282.
11. Ibid., 284.
12. États-Unis, Department of Commerce, *An Overview of Expert Systems*, NBSIR-82-2505, rédigé pour la NASA, mai 1982, 11-12.
13. Sweitzer et Schabracq, op. cit., 39.
14. Curnow, op. cit., 1.
15. E.A. Feigenbaum et P. McCorduck, *The Fifth Generation* (Londres, Addison-Wesley, 1983), 45.
16. Joseph Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason* (San Francisco, W.H. Freeman and Company, 1976), 3-4.
17. Ibid., 6
18. Ibid., 11.
19. Ibid., surtout le chapitre «Against the Imperialism of Instrumental Reason» et pages 268-269.
20. McCorduck, op. cit., 316.
21. «Computer to Sound Battle Cry», *Globe and Mail*, 20 mai 1983, 1
22. «Computers That Think», *New York Times*, 14 décembre 1980, 67, 68.
23. Ibid., 68.
24. McCorduck, op. cit., 352.
25. Hubert L, Dreyfus, *What computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason* (New York, Harper & Row, 1972).
26. Ibid., xxvi-xxvii.
27. Gina Kolata, «How Can Computers Get Common Sense?», *Science* 217 (1982), 1238.
28. Tom Alexander, «Teaching Computers the Art of Reason», *Fortune*, 17 mai 1982, 83.
29. Voir Institute for New Generation Computer Technology, *Outline of Research and Development Plans for Fifth Generation Computer Systems* (Tokyo, mai 1982).
30. Richard Dolen, «Japan's Fifth Generation Computer Project», *The Office of Naval Research For East Scientific Bulletin* 7 (juillet-septembre 1982).
31. Edward K. Yasaki, «Tokyo Looks to the 90's», *Datamation* 28 (janvier 1982), 110.
32. *Proceedings of International Conference on Fifth Generation Computer Systems* (Tokyo, Japan Information Processing Development Center, 19-22 octobre 1981).
33. Ehud Y. Shapiro, «Japan's Fifth Generation Computer Project — A Trip Report» (Rehovoth, Israël, Weizmann Institute of Science, Department of Applied Mathematics, mars 1982), 10-11.
34. Dolen, op. cit., 96-97.
35. Voir Arthur L. Robinson, «Nanocomputers From Organic Molecules?», *Science* 220 (1983), 940-942.

Conclusion

1. Conseil des sciences du Canada, *Préparons la société informatisée — Demain il sera trop tard* (Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1982), 10.
2. John McHale et Magda Cordell McHale, «Adaptable Technologies», *Technological Forecasting and Social Change* 13 (1979), 99.
3. Cf. Murray Bookchin, «Introduction to Post-Scarcity Anarchism», dans *Technology as a Social and Political Phenomenon*, Philip L. Berreno, éditeur (New York, John Wiley, 1976).

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports du Conseil

N° 1 **Un programme spatial pour le Canada**, juillet 1967 (SS22-1967/1F, 0,75 $), 37 p.

N° 2 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses — Première évaluation et recommandations**, décembre 1967 (SS22-1967/2F, 0,25 $), 13 p.

N° 3 **Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada**, septembre 1968 (SS22-1968/3F, 0,75 $), 43 p.

N° 4 **Vers une politique nationale des sciences au Canada**, octobre 1968 (SS22-1968/4F, 1,00 $), 60 p.

N° 5 **Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral**, septembre 1969 (SS22-1969/5F, 0,75 $), 31 p.

N° 6 **Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique**, septembre 1969 (SS22-1969F/6F, 0,75 $), 41 p.

N° 7 **Les sciences de la Terre au service du pays — Recommandations**, avril 1970 (SS22-1970/7F, 0,75 $), 37 p.

N° 8 **Les arbres . . . et surtout la forêt**, 1970 (SS22-1970/8F, 0,75 $), 22 p.

N° 9 **Le Canada . . . leur pays**, 1970 (SS22-1970/9F, 0,75 $) 43 p.

N° 10 **Le Canada, la science et la mer**, 1970 (SS22-1970/10F, 0,75 $), 39 p.

N° 11 **Le transport par ADAC: Un programme majeur pour le Canada**, décembre 1970 (SS22-1970/11F, 0,75 $), 35 p.

N° 12 **Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture**, mars 1971, (SS22-1971/12F, 1,25 $), 65 p.

N° 13 **Un réseau transcanadien de téléinformatique; 1ère phase d'un programme majeur en informatique**, août 1971 (SS22-1971/13F, 0,75 $), 41 p.

N° 14 **Les villes de l'avenir — Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain**, septembre 1971 (SS22-1971/14F, 1,75 $), 75 p.

N° 15 **L'innovation en difficulté: Le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada**, octobre 1971 (SS22-1971/15F, 0,75 $), 49 p.

N° 16 **« . . . mais tous étaient frappés»** — Analyse de certaines inquiétudes pour l'environnement et dangers de pollution de la nature canadienne, juin 1972 (SS22-1972/16F, 1,00 $), 53 p.

N° 17 **In vivo — Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada**, août 1972 (SS22-1972/17F, 1,00 $), 77 p.

N° 18 **Objectifs d'une politique canadienne de la recherche fondamentale**, septembre 1972 (SS22-1972/18F, 1,00 $), 81 p.

N° 19 **Problèmes d'une politique des richesses naturelles au Canada**, janvier 1973 (SS22-1973/19F, 1,25 $), 65 p.

N° 20 **Le Canada, les sciences et la politique internationale**, avril 1973 (SS22-1973/20F, 1,25 $), 70 p.

N° 21 **Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique**, septembre 1973 (SS22-1973/21F, 1,50 $), 84 p.

N° 22 **Les services de santé et la science**, octobre 1974 (SS22-1974/22F, 2,00 $), 144 p.

N° 23 **Les options énergétiques du Canada**, mars 1975 (SS22-1975/23F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $), 151 p.

N° 24 **La diffusion des progrès techniques des laboratoires de l'État dans le secteur secondaire**, décembre 1975 (SS22-1975/24F, Canada : 1,00 $; autres pays: 1,20 $), 67 p.

N° 25 **Démographie, technologie et richesses naturelles**, juillet 1976 (SS22-1976/25F, Canada : 3,00 $; autres pays : 3,60 $), 93 p.

N° 26 **Perspective boréale — Une stratégie et une politique scientifique pour l'essor du Nord canadien**, août 1977 (SS22-1977/26F, Canada : 2,50 $; autres pays : 3,00 $), 99 p.

N° 27 **Le Canada, société de conservation — Les aléas des ressources et la nécessité de technologies inédites**, septembre 1977 (SS22-1977/27F, Canada: 4,00 $; autres pays: 4,80 $), 116 p.

N° 28 **L'ambiance et ses contaminants — Une politique de lutte contre les agents toxiques à retardement de l'ambiance professionnelle et de l'environnement**, octobre 1977 (SS22-1977/28F, Canada : 2,00 $; autres pays : 2,40 $), 76 p.

N° 29 **Le maillon consolidé — Une politique canadienne de la technologie**, février 1979 (SS22-1979/29F, Canada : 2,25 $; autres pays : 2,70 $), 74 p.

N° 30 **Les voies de l'autosuffisance énergétique — Les démonstrations nécessaires sur le plan national**, juin 1979 (SS22-1979/30F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $), 211 p.

N° 31 **La recherche universitaire en péril — Le problème de la décroissance des effectifs d'étudiants**, décembre 1979 (SS22-1979/31F, Canada : 2,95 $; autres pays : 3,55 $), 69 p.

N° 32 **Collaboration à l'autodéveloppement — L'apport scientifique et technologique du Canada à l'approvisionnement alimentaire du Tiers Monde**, mars 1981 (SS22-1981/32F, Canada : 3,95 $; autres pays : 4,75 $), 120 p.

N° 33 **Préparons la société informatisée — Demain, il sera trop tard**, mars 1982 (SS22-1982/33F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $), 87 p.

N° 34 **Les transports et notre avenir énergétique — Voyages interurbains au Canada**, septembre 1982 (SS22-1982/34F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $), 128 p.

N° 35 **Le pouvoir de réglementation et son contrôle — Sciences, valeurs humaines et décisions**, octobre 1982 (SS222-1982/35F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $), 110 p.

N° 36 **À l'école des sciences — La jeunesse canadienne face à son avenir**, avril 1984 (SS22-1984/36F, Canada : 5,25 $; autres pays : 6,30 $), 91 p.

N° 37 **Le développement industriel au Canada — Quelques propositions d'action**, septembre 1984 (SS22-1984/37F, Canada : 5,25 $; autres pays : 6,30 $), 94 p.

Exposés du Conseil

Le support de la recherche au Canada — Un investissement qui s'impose, mai 1978
La forêt canadienne en danger, mars 1983
Les conseillers scientifiques canadiens, novembre 1984

Exposés des comités du Conseil

Pour une société de conservation : Une déclaration, par le Comité de la Société de conservation, 1976, 24 p.

Un potentiel de recherche du Canada en péril, par le groupe d'étude de la recherche au Canada, 1976, tête-bêche, 7 p.

Les perspectives incertaines de l'industrie canadienne de fabrication — 1971-1977, par le Comité de la politique industrielle, 1977, 57 p.

La télématique: information de la société canadienne, par un Comité spécial, 1978, 46 p.

A Scenario for the Implementation of Interactive Computer-Communications Systems in the Home, par le Comité de la télématique, 1979, 40 p.

Les multinationales et la stratégie industrielle — Le rôle des droits exclusifs de diffusion mondiale d'un produit, par le Groupe d'étude de la politique industrielle, 1980, 79 p.

L'industrie dans une conjoncture difficile — Une déclaration, par le Comité de la politique industrielle, 1981, 107 p.

Les femmes et l'enseignement des sciences au Canada — Une déclaration, par le Comité de l'enseignement des sciences, 1982, tête-bêche, 6 p.

Rapports sur des questions soumises par le Ministre d'État

Recherche et développement au Canada — Rapport du Comité consultatif spécial pour la R & D auprès du Ministre d'État aux Sciences et à la Technologie, 1979, 35 p.

La sensibilisation du public canadien aux sciences et à la technologie — Rapport à l'intention du Ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, 1981, 60 p.

Études de documentation

N° 1 **Upper Atmosphere and Space Programs in Canada**, by J.H. Chapman, P.A. Forsyth, P.A. Lapp, G.N. Patterson, February 1967 (SS21/1, 2,50 $), 258 p.

N° 2 **Physics in Canada: Survey and Outlook**, by a Study Group of the Canadian Association of Physicists headed by D.C. Rose, May 1967 (SS21-1/2, 2.50 $), 385 p.

N° 3 **La psychologie au Canada**, par M.H. Appley et Jean Rickwood, septembre 1967 (SS21-1/3F, 2,50 $), 145 p.

N° 4 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses — Évaluation scientifique et économique**, par un Comité du Conseil des sciences du Canada, décembre 1967 (SS21-1/4F, 2,00 $), 203 p.

N° 5 **La recherche dans le domaine de l'eau au Canada**, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland, juillet 1968 (SS21-1/5F, 2,50 $), 190 p.

N° 6 **Études de base relatives à la politique scientifique : Projections des effectifs et des dépenses en R & D**, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung, 1969 (SS21-1/6F, 1,25 $), 94 p.

N° 7 **Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes**, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck et E. Vogt, 1969 (SS21-1/7F, 3,75 $), 397 p.

N° 8 **L'information scientifique et technique au Canada**, Première partie, par J.P.I. Tyas, 1969 (SS21-1/8F, 1,50 $), 74 p.
IIe partie, Premier chapitre : Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, 1,75 $), 188 p.
IIe partie, Chapitre 2 : L'industrie (SS21-1/8-2-2F, 1,75 $), 84 p.
IIe partie, Chapitre 3 : Les universités (SS21-1/8-2-3F, 1,75 $), 129 p.
IIe partie, Chapitre 4 : Organismes internationaux et étrangers (SS21-1/8-2-4F, 1,00 $), 67 p.
IIe partie, Chapitre 5 : Les techniques et les sources (SS21-1/8-2-5F, 1,25 $), 113 p.
IIe partie, Chapitre 6 : Les bibliothèques (SS21-1/8-2-6F, 1,00 $), 57 p.
IIe partie, Chapitre 7 : Questions économiques (SS21-1/8-2-7F, 1,00 $), 67 p.

N° 9 **La chimie et le génie chimique au Canada : Étude sur la recherche et le développement technique**, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada, 1969 (SS21-1/9F, 2,50 $), 106 p.

N° 10 **Les sciences agricoles au Canada**, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier, M. Shaw, 1970 (SS21-1/10F, 2,00 $), 157 p.

N° 11 **L'Invention dans le contexte actuel**, par Andrew H. Wilson, 1970 (SS21-1/11F, 1,50 $), 82 p.

N° 12 **L'aéronautique débouche sur l'avenir**, par J.J. Green, 1970 (SS21-1/12F, 2,50 $), 156 p.

N° 13 **Les sciences de la Terre au service du pays**, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs et H.D.B. Wilson, 1971 (SS21-1/13F, 4,50 $), 392 p.

N° 14 **La recherche forestière au Canada**, par J. Harry G. Smith et Gilles Lessard, mai 1971 (SS21-1/14F, 3,50 $), 234 p.

N° 15 **La recherche piscicole et faunique**, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider, juin 1971 (SS21-1/15F, 3,50 $), 205 p.

N° 16 **Le Canada se tourne vers l'océan : Étude sur les sciences et la technologie de la mer**, par R.W. Stewart et L.M. Dickie, septembre 1971 (SS21-1/16F, 2,50 $), 189 p.

N° 17 **Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transport**, par C.B. Lewis, mai 1971 (SS21-1/17F, 0,75 $), 31 p.

N° 18 **Du formol au Fortran : La biologie au Canada**, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen, août 1971 (SS21-1/18F, 2,50 $), 87 p.

N° 19 **Les conseils de recherches dans les provinces, au service du Canada**, par Andrew H. Wilson, juin 1971 (SS21-1/19F, 1,50 $), 117 p.

N° 20 **Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada**, par Frank Kelly, mars 1971 (SS21-1/20F, 1,00 $), 65 p.

N° 21 **La recherche fondamentale**, par P. Kruus, décembre 1971 (SS21-1/21F, 1,50 $), 73 p.

N° 22 **Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada**, par Arthur J. Cordell, décembre 1971 (SS21-1/22F, 1,50 $), 95 p.

N° 23 **L'innovation et la structure de l'industrie canadienne**, par Pierre L. Bourgault, mai 1973 (SS21-1/23F, 4,00 $), 135 p.

N° 24 **Aspects locaux, régionaux et mondiaux des problèmes de qualité de l'air**, par R.E. Munn, janvier 1973 (SS21-1/24F, 0,75 $), 39 p.

N° 25 **Les associations nationales d'ingénieurs, de scientifiques et de technologues du Canada**, par le Comité de direction de SCITEC et le Professeur Allen S. West, juin 1973 (SS21-1/25F, 2,50 $), 135 p.

N° 26 **Les pouvoirs publics et l'innovation industrielle**, par Andrew H. Wilson, décembre 1973 (SS21-1/26F, 2,50 $), 288 p.

N° 27 **Études sur certains aspects de la politique des richesses naturelles**, par W.D. Bennett, A.D. Chambers, A.R. Thompson, H.R. Eddy et A.J. Cordell, septembre 1973 (SS21-1/27F, 2,50 $), 126 p.

N° 28 **Formation et emploi des scientifiques : Caractéristiques des carrières de certains diplômés canadiens et étrangers**, par A.D. Boyd et A.C. Gross, février 1974 (SS21-1/28F, 2,25 $), 146 p.

N° 29 **Considérations sur les soins de santé au Canada**, par H. Rocke Robertson, décembre 1973 (SS21-1/29F, 2,75 $), 180 p.

N° 30 **Un mécanisme de prospective technologique : Le cas de la recherche du pétrole sous-marin sur le littoral atlantique**, par M. Gibbons et R. Voyer, mars 1974 (SS21-1/30F, 2,00 $), 116 p.

N° 31 **Savoir, Pouvoir et Politique générale**, par Peter Aucoin et Richard French, novembre 1974 (SS21-1/31F, 2,00 $), 93 p.

N° 32 **La diffusion des nouvelles techniques dans le secteur de la construction**, par A.D. Boyd et A.H. Wilson, janvier 1975 (SS21-1/32F, 3,50 $), 169 p.

N° 33 **L'économie d'énergie**, par F.H. Knelman, juillet 1975 (SS21-1/33F, Canada : 1,75 $; autres pays : 2,10 $), 95 p.

N° 34 **Développement économique du Nord canadien et mécanismes de prospective technologique : Étude de la mise en valeur des hydrocarbures dans le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort, et dans l'Archipel arctique**, par Robert F. Keith, David W. Fischer, Colin E. De'Ath, Edward J. Farkas, George R. Francis et Sally C. Lerner, mai 1976 (SS21-1/34F, Canada : 3,75 $; autres pays : 4,50 $), 240 p.

N° 35 **Rôle et fonctions des laboratoires de l'État en matière de diffusion des nouvelles techniques vers le secteur secondaire**, par Arthur J. Cordell et James Gilmour, mars 1980 (SS21-1/35F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $), 418 p.

N° 36 **Économie politique de l'essor du Nord**, par K.J. Rea, novembre 1976 (SS21-1/36F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $), 270 p.

N° 37 **Les sciences mathématiques au Canada**, par Klaus P. Beltzner, A. John Coleman et Gordon D. Edwards, mars 1977 (SS21-1/37F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $), 282 p.

N° 38 **Politique scientifique et objectifs de la société**, par R.W. Jackson, août 1977 (SS21-1/38F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $), 140 p.

N° 39 **La législation canadienne et la réduction de l'exposition aux contaminants**, par Robert T. Franson, Alastair R. Lucas, Lorne Giroux et Patrick Kenniff, août 1978 (SS21-1/39F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $), 152 p.

N° 40 **Réglementation de la salubrité de l'environnement et de l'ambiance professionnelle au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Suède**, par Roger Williams, mars 1980 (SS21-1/40F, Canada : 5,00 $; autres pays : 6,00 $), 247 p.

N° 41 **Le mécanisme réglementaire et la répartition des compétences en matière de réglementation des agents toxiques au Canada**, par G. Bruce Doern, mars 1980 (SS21-1/41F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,00 $), 262 p.

N° 42 **La mise en valeur du gisement minier de la baie Strathcona : Une étude de cas en matière de décision**, par Robert B. Gibson, décembre 1980 (SS21-1/42F, Canada : 8,00 $; autres pays : 9,60 $), 378 p.

N° 43 **Le maillon le plus faible: L'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada**, par John N.H. Britton et James M. Gilmour, avec l'aide de Mark G. Murphy, mars 1980 (SS21-1/43F, Canada : 5,00 $; autres pays : 6,00 $), 251 p.

N° 44 **La participation du gouvernement canadien à l'activité scientifique et technique internationale**, par Jocelyn Maynard Ghent, février 1981 (SS21-1/44F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $), 155 p.

N° 45 **Coopération et développement international — Les universités canadiennes et l'alimentation mondiale**, par William E. Tossell, janvier 1981 (SS21-1/45F, Canada : 6,00 $; autres pays : 7,20 $), 163 p.

N° 46 **Le rôle accessoire de la controverse scientifique et technique dans l'élaboration des politiques de l'Administration fédérale**, par G. Bruce Doern, septembre 1981 (SS21-1/46F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $), 125 p.

N° 47 **Les enquêtes publiques au Canada**, par Liora Salter et Debra Slaco, avec l'aide de Karin Konstantynowicz, juillet 1982 (SS21-1/47F, Canada : 7,95 $; autres pays : 9,55 $), 261 p.

N° 48 **Les entreprises émergentes : pour jouer gagnant**, par Guy P.F. Steed, décembre 1982 (SS21-1/48F, Canada : 6,95 $; autres pays : 8,35 $), 200 p.

N° 49 **Les pouvoirs publics et la microélectronique — L'expérience de cinq pays européens**, Dirk de Vos, mars 1983 (SS21-1/49F, Canada : 4,50 $; autres pays: 5,40 $), 125 p.

N° 50 **Le défi de la coopération — La politique industrielle dans la Fédération canadienne**, Michael Jenkin, août 1983 (SS21-1/50F, Canada : 8,95 $; autres pays : 10,75 $), 239 p.

N° 51 **Partenaires pour la stratégie industrielle — Le rôle particulier des Organismes provinciaux de recherches**, par Donald J. Le Roy et Paul Dufour, octobre 1983 (SS21-1/51F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6 60 $), 155 p.

N° 52 **L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes.**
Volume I — Introduction et analyse des programmes d'études, par Graham W.F. Orpwood et Jean-Pascal Souque, avril 1984 (SS21-1/52-1-1984F, Canada: 8,00 $; autres pays : 9,60 $), 224 p.;
Volume II — Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada, par Graham W.F. Orpwood et Isme Alam, avril 1984 (SS21-1/52-2-1984F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,60 $), 125 p.;
Volume III — Études de cas, sous la direction de John Olson et Thomas Russell, avril 1984 (SS21-1/52-3-1984F, Canada : 10,95 $; autres pays : 13,15$), 316 p.

N° 53 **Le grand dérangement — À l'aube de la société d'information**, par Arthur J. Cordell, mars 1985 (SS21-1/53F, Canada : 7 $; autres pays : 8,40 $), 167 p.

Publications hors série

1976

Energy Scenarios for the Future, par Hedlin, Menzies & Associates, 423 p.
Science and the North: An Essay on Aspirations, par Peter Larkin, 8 p.

Dialogue sur le nucléaire — Compte rendu d'une table ronde sur les questions soulevées par l'énergie nucléaire au Canada, 76 p.

1977

Vue d'ensemble de la contamination par le mercure au Canada, par Clarence T. Charlebois, 23 p.
Vue d'ensemble des dangers de la contamination par le chlorure de vinyle au Canada, par J. Basuk, 24 p.
Materials Recycling: History, Status, Potential, par F.T. Gerson Limited, 98 p.

Les effectifs de la recherche universitaire — Tendances et orientations, Compte rendu de l'atelier sur la prévention du vieillissement des effectifs de recherche dans les universités, 19 p.
L'Atelier sur la prévention du vieillissement des effectifs de recherche dans les universités
Exposés à débattre, 215 p.
Documentation, 338 p.
Living with Climatic Change: Proceedings, 90 p.
Proceedings of the Seminar on Natural Gas from the Arctic by Marine Mode: A Preliminary Assessment, 254 p.
Seminar on a National Transportation System for Optimum Service: Proceedings, 73 p.

1978

Le Centre des Ressources du Nord — Première étape vers la création de l'Université boréale, par le Comité de l'essor du Nord, 15 p.
Vue d'ensemble de la contamination par l'amiante au Canada, par Clarence T. Charlebois, 24 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les oxydes d'azote au Canada, par J. Basuk, 23 p.
Federal Funding of Science in Canada: Apparent and Effective Levels, par J. Miedzinski et K.P. Beltzner, 78 p.

Appropriate Scale for Canadian Industry: A Proceedings, 211 p.
Proceedings of the Public Forum on Policies and Poisons, 40 p.
Science Policies in Smaller Industrialized Northern Countries: Proceedings, 93 p.

1979

Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences, par James E. Page, 55 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les rayonnements ionisants au Canada, par J. Basuk, 197 p.
Canadian Food and Agriculture: Sustainability and Self-Reliance : A Discussion Paper, par le Committee on Canada's Scientific and Technological Contribution to World Food Supply, 52 p.

À partir de la base — Contribution des ONG canadiens à l'alimentation et à l'aménagement rural dans le Tiers Monde, 163 p.
Opportunities in Canadian Transportation:
Conference Proceedings, 162 p.
Auto Sub-Conference Proceedings, 136 p.
Bus/Rail Sub-Conference Proceedings, 122 p.
Air Sub-Conference Proceedings, 131 p.
The Politics of an Industrial Strategy: Proceedings, 115 p.

1980

Food for the Poor: The Role of CIDA in Agricultural, Fisheries and Rural Development, par Suteera Thomson, 194 p.

L'Enseignement des sciences dans une perspective sociale, par Glen S. Aikenhead, 86 p.

Entropy and the Economic Process: A Proceedings, 107 p.

Opportunities in Canadian Transportation Conference Proceedings, 5, 270 p.

Compte rendu du Séminaire sur la recherche universitaire en péril, 91 p.

Social Issues in Human Genetics – Genetic Screening and Counselling: Proceedings, 110 p.

The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working: Proceedings, 73 p.

1981

L'enseignement des sciences vu par un ingénieur, par Donald A. George, 36 p.

The Limits of Consultation: A debate among Ottawa, the Provinces, and the Private Sector on an Industrial Strategy, par D. Brown, J. Eastman, avec I. Robinson, 195 p.

Biotechnology in Canada – Promises and Concerns: Proceedings, 62 p.

L'articulation du complexe de la recherche
Compte rendu, 116 p.
Communications, 324 p.

The Adoption of Foreign Technology by Canadian Industry: Proceedings, 152 p.

L'influence de la mutation microélectronique sur la branche canadienne de l'électronique – Compte rendu, 105 p.

L'avenir de l'enseignement assisté par ordinateur, 51 p.

1982

Qu'est-ce que la pensée scientifique? par Hugh Munby, 42 p.

La Macroscole – ou l'enseignement systémique des sciences, par M. Risi, 65 p.

Les sciences au Québec : Quelle éducation? – Compte rendu, 134 p.

Qui fait tourner la roue? – Compte rendu, 149 p.

1983

Les parlementaires et la science, par Karen Fish, 50 p.

La culture scientifique – Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école, par Douglas A. Roberts, 43 p.

Un regard neuf sur la société de conservation, par Ted Schrecker, 52 p.

La réglementation des recherches sur la recombinaison génétique – Le dossier de trois pays, par Howard Eddy, 101 p.

L'Atelier sur l'intelligence artificielle, par F. David Peat, 79 p.

1984

Un mariage d'intérêts – La mise en place de l'infrastructure de recherche industrielle en milieu universitaire, par James B. MacAulay, 177 p.

Épistémologie et didactique des sciences, par Robert Nadeau et Jacques Désautels, 69 p.

Énergie renouvelable – L'innovation à l'oeuvre, par Jeff Passmore et Ray Jackson, 39 p.

Le mauvais usage des données de la psychologie pour la définition des politiques – Le cas des États-Unis, par Jill G. Morawski, 81 p.

Formation continue pour les scientifiques – Suggestions pour intégrer l'apprentissage et la recherche, par Richard P. McBride, 36 p.